Capacidade de Suporte Humano da Floresta Amazônica

Philip M. Fearnside

Índice de conteúdo

Página de título
Dedicação
Prefácio
Agradecimentos
Lista de Ilustrações
Lista de Tabelas

1. A Corrida para o Desenvolvimento na Floresta Amazônica
As Áreas de Floresta Úmida em Diminuição
A Colonização Brasileira da Amazônia

2. A Floresta Úmida Tropical Como Um Ecossistema
Aspectos Ecológicos
Problemas Ambientais Do Uso Da Floresta Úmida
Efeitos Das Operações Agrícolas Sobre O Solo

3. Crescimento Populacional E A Capacidade De Suporte
População Humana em Comunidades Ecológicas
Padrões de Crescimento Populacional
Fatores que Limitam o Crescimento Populacional
Definições de Capacidade de Suporte
Capacidades de Suporte Instantâneas
Capacidades de Suporte Sustentáveis
Uma Definição Operacional de Capacidade de Suporte
Pressuposições nas Estimativas de Capacidade de Suporte
Modelos para a Estimativa da Capacidade de Suporte

4. Modelando o Agro-Ecossistema dos Colonos da Rodovia Transamazônica
Localização e Descrição da Área em Estudo
Comparabilidade com Outras Áreas Tropicais
Métodos
Modelagem de Produções de Culturas
Setor de Alocação do Uso da Terra
Setor de Alocação do Produto
Setor Populacional

5. Um Modelo Estocástico Da Capacidade De Suporte Na Transamazônica
Características do Modelo KPROG2 de Capacidade de Suporte
Métodos de Modelagem

Estrutura do Modelo
Resultados da Simulação
Conclusões sobre a Capacidade de Suporte

6. A Escolha de Estratégias de Desenvolvimento para Áreas de Florestas Úmidas
Definindo os Objetivos do Desenvolvimento
Conflitos de Objetivos
Programas de Colonização e a Realização de Objetivos
Capacidade de Suporte e a Política de Desenvolvimento

Apêndice: Resumo dos Parâmetros e Equações do Modelo KPROG2

Notas
Glossário de Termos Técnicos e Abreviações
Bibliografia
Índice

Illustrações

Figura *Página*

1.1. Mapa da Amazônia Legal brasileira

1.2. Crescimento populacional em Rondônia

1.3. Agrovila Grande Esperança

1.4. Família de morando no lote

1.5. Roças de arroz em terra recém desmatada

1.6. Vista típica da rodovia Transamazônica

2.1. Queimada pobre

3.1. Curvas de crescimento exponencial e logístico

3.2. Definição operacional de capacidade de suporte em termos de um gradiente de probabilidades de fracasso

3.3. Efeito hipotético da variabilidade sobre probabilidades de fracasso e capacidade de suporte

4.1. Mapa da área de estudo intensivo na rodovia Transamazônica

4.2. Más condições de transporte nas estradas laterais

4.3. Mapa do pH do solo sob floresta virgem na área de estudo intensivo na rodovia Transamazônica

4.4. Desvios médio e padrão das chuvas mensais para Altamira (1931-1976)

5.1. Setores do KPROG2

5.2. Diagrama de alças causais simplificado do KPROG2

5.3. Diagrama de alças causais do KPROG2

5.4. Fluxograma do KPROG2, com agrupamento das operações por nível

5.5. Calorias per cápita simuladas

5.6. Proporção dos lotes simulados abaixo do padrão de calorias

5.7. Proporção da área simulada derrubada

5.8. Proporção dos lotes simulados abaixo do padrão para calorias

5.9. Probabilidades de fracasso do colono versus densidade populacional

5.10. Uso da terra simulado por tipo de

5.11. Tipo de colono e probabilidades de fracasso

5.12. Relação entre a densidade populacional e as probabilidades combinadas de fracasso do colono, por tipo de colono

Tabelas

Tabela *Página*

1.1. Estimativas da SUDAM Sobre a Derrubada da Floresta Amazônica

2.1. Principais Zonas Ecológicas da Amazônia Brasileira

2.3. Possíveis Efeitos Macro-Climáticos do Desmatamento da Amazônia

2.4. Resumo dos Efeitos das Operações Agrícolas sobre o Solo

3.1. Tempos de Duplicação da População para Áreas Selecionadas

3.2. Os Dois Métodos

4.3. Dados para o Cálculo dos Fatores de Mudança Tecnológica

5.1. Operações do Programa KPROG2 por Nível e Setor

A.1. pH na Geração da Qualidade Inicial do Solo

A.2. Probabilidades de Transição para o pH do Solo Virgem

A.3. Argila para a Geração da Qualidade Inicial do Solo

A.4. Declive para a Geração da Qualidade Inicial do Solo

A.5. Carbono para a Geração da Qualidade Inicial do Solo

A.6. Fósforo para a Geração da Qualidade Inicial do Solo

A.7. Chuvas Mensais Expressos como Proporções dos Totais do Período

A.8. Variabilidade Meteorológica Diária Expressa como Proporções dos Totais Mensais

A.9. Financiamento: Freqüências, Quantias e Termos

A.13. Custos Monetários Fixos para Operações Agrícolas

A.14. Distribuição Mensal da Derrubada da Floresta Virgem

A.15. Distribuição Mensal do Corte e Queima da Vegetação Secundária

A.16. Recomendações do Governo para a Fertilização de Pimenta-do-Reino

A.17. Recomendações do Governo para a Adubação do Cacau

A.18. Preços de Fertilizantes e Calcário em Altamira

A.19. Quedas no Nível do Solo sob Outros Usos

A.20. Resumo das Variáveis da Regressão da Produção de Feijão *Phaseolus*

A.21. Resumo das Condições Excluídas da Regressão da Produção de Feijão *Phaseolus*

A.22. Resumo das Variáveis e das Condições Excluídas da Regressão da Produção de Feijão-de-Corda *Vigna*

A.23. Freqüências dos Tipos de Mão-de-Obra Externa

A.25. Dinheiro Enviado e Recebido de Fora da Área

A.26. Deterioração de Produtos Estocados

A.27. Disponibilidade de Transporte

A.27a. Preços dos Produtos

A.29. Necessidades de Sementes

A.30. Proporções de Capital Livre Investido Depois de Satisfazer as Necessidades de Subsistência

A.31. Proporções de Capital de Investimento Dentro de Cada Categoria Gasto em Compras de Bens de Capital

A.32. Características da População Inicial (na Chegada)

A.37. Equivalentes de Mão-de-Obra no Trabalho Agrícola

A.40. Dias de Trabalho Perdidos por Doença

A.41. Fertilidade Específica por Idade para a População

Rural Brasileira

A.42. Necessidades de Calorias e de Proteína Total e Efeitos sobre a Mortalidade

A.43. Probabilidade por ano de Emigração da Família

Para o povo da Amazônia

PREFÁCIO

Seres humanos, independente do seu nível tecnológico, são uma parte integral dos ecossistemas onde eles vivam. Este livro trata da colonização da floresta tropical do Brasil e como as populações humanas cabem dentro dos sistemas ecológicos novos que estão sendo estabelecidos ali. A estimativa da capacidade de suporte humano, ou a densidade da população humana que pode ser suportada a um padrão de vida aceitável em base sustentável, é vital para qualquer força para manter os padrões de vida do colono e evitar a degradação do meio ambiente.

O livro é baseado em meu trabalho no período 1974-1985 na rodovia Transamazônica, especialmente nos dados coletados durante dois anos de residência (1974-1976) em uma das agrovilas planejadas, construídas pelo governo brasileiro durante esse esforço histórico de colonização. A estimativa de capacidade de suporte humano da área fui o foco da minha tese de doutorado na Divisão de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia e Biologia Evolucionária, da Universidade de Michigan, Ann Arbor, Michigan, E.U.A. Continuo trabalhando com problemas relacionadas à estimativa de capacidade de suporte humana nessa área, assim como em outras áreas de colonização na Amazônia, especialmente em Rondônia.

O sistema de colonização atual da Amazônia brasileira é delineado no começo do livro. Em seguida, a ecologia de florestas tropicais é sumarizada no que afeta a agricultura dos colonos, incluindo as preocupações ecológicas conectadas com a derrubada da floresta para a agricultura. A colonização humana é colocada no contexto dos sistemas ecológicos em geral, e as técnicas diversas usadas para a estimativa da capacidade de suporte humana são consideradas em desenvolvendo uma metodologia apropriada para o estudo da rodovia Transamazônica. O sistema agrícola dos colonos é, então, examinado para modelagem como uma parte das simulações da capacidade de suporte humano. Um modelo para a estimativa é apresentado, incluindo as alocações de recursos, alocação de produtos, e sectores da população, bem como a produção agrícola. Modelos probabilísticos (estocásticos) são usados para avaliar a importância da variabilidade nas colheitas sobre a capacidade de suporte humano.

Espero que o livro será útil para os planejadores que enfrentam decisões imediatas nas áreas como a Amazônia

brasileira e que este livro contribuirá para o desenvolvimento em una área muito carente de pesquisa ecológica: uma ciência adequada de capacidade de suporte humano.

AGRADECIMENTOS

Dr. Paulo E. Vanzolini merece agradecimentos especiais pela ajuda e estimulação desde o começo do meu trabalho no Brasil, assim como os Drs. Daniel H. Janzen e John Vandermeer (co-orientadores da minha tese de doutorado na Divisão de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia e Biologia Evolucionária, Universidade do Michigan). Agradeço ao Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Úmido, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pelo suporte logístico, assim como pelas análises químicas das amostras de solo. O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural, o Museu Paraense Emílio Goeldi, e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia todos contribuíram com suporte logístico durante meu trabalho de campo. Fundos para varias partes do projeto vieram da National Science Foundation Dissertation Improvement Grant GS-422869, uma bolsa pré-doutoral de Resources for the Future, duas bolsas do Institute for Environmental Quality (University of Michigan), e três projetos financiados pelo Programa do Trópico Úmido, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (incluindo um financiado pelo Programa POLONOROESTE).

Partes do texto são adaptadas de meus trabalhos em publicações previas, citadas na Bibliografia: Fearnside, 1979a,b; 1982; 1983a,b,c; 1984a,c; 1985a,b; s/d.(b),(c),(e). Tabelas e figuras que tem também aparecidas em outras publicações são assim identificadas nas notas das tabelas e nas legendas das figuras. O livro é traduzido de Human Carrying Capacity of the Brazilian Rainforest, da Columbia University Press (Fearnside, 1986).

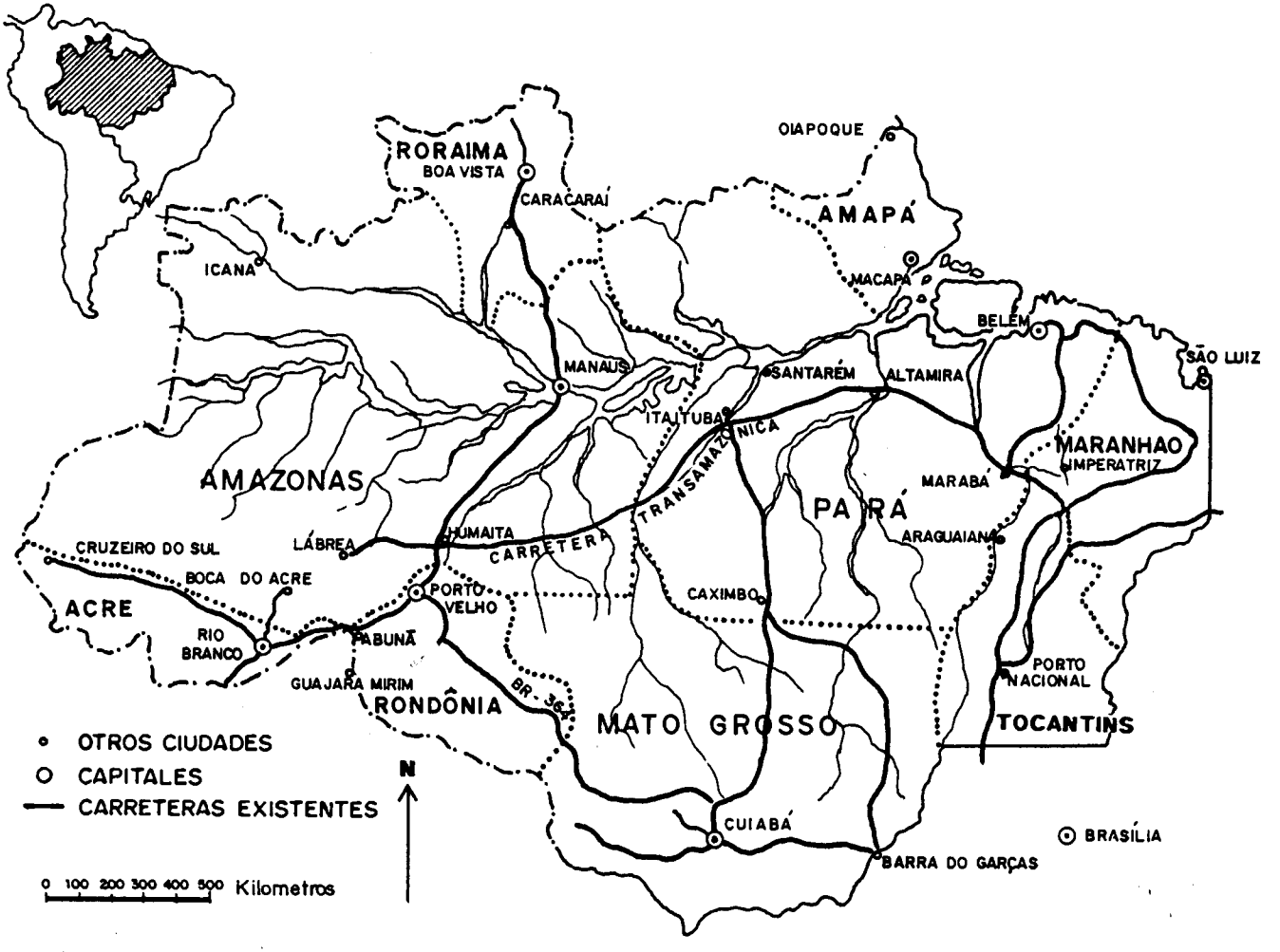
Nenhuma das opiniões expressadas é da responsabilidade das organizações que deram apoio ao projeto, nem dos muitas pessoas que têm contribuído seus comentários e sugestões. O manuscrito se beneficiou muito da leitura cuidadosa de J.G. Gunn e W.W. Fearnside nas fases finais. Agradecimentos para todas de estas pessoas, especialmente aos colonos da área de estudo intensivo. Todos os eventuais erros são da minha responsabilidade.

CAPÍTULO 1: A CORRIDA PARA O DESENVOLVIMENTO NA FLORESTA AMAZÔNICA

A região Amazônica do Brasil, a maior área de floresta úmida tropical da terra, é atualmente o local de uma das grandes descontinuidades na história humana: a substituição irrevogável de um bioma importante por sistemas agrícolas humanos. O rápido aumento da população humana em todo o Brasil, junto com uma forte tendência histórica para a concentração da riqueza e da posse da terra em áreas já ocupadas, criou uma tremenda pressão sobre as pessoas para migrarem para regiões menos populosas. Ao mesmo tempo, a abertura de rodovias em áreas de floresta úmida apresentou às vítimas desalojadas pelas secas como também às grandes empresas, a possibilidade de possuir um pedaço desse recurso tão procurado na Amazônia: terra. Além das muitas tensões ecológicas e humanas, esse processo leva inexoravelmente a um conflito fundamental: a incompatibilidade de demandas infinitas com recursos finitos.

No centro do problema das populações humanas e seus recursos está o conceito de capacidade de suporte: o número de pessoas que podem ser sustentadas indefinidamente em uma área a um dado padrão de vida sem a degradação ambiental, dadas pressuposições apropriadas no que diz respeito à tecnologia e os hábitos de consumo. Exceder a capacidade de suporte pode levar ao fracasso a manutenção de um padrão de vida aceitável e a muitas formas de degradação ambiental. O Brasil, como outros países com problemas semelhantes, pode evitar esses tipos de conseqüências e o sofrimento humano que elas acarretam, através de medidas apropriadas de planejamento. Essas medidas requerem uma melhor compreensão das capacidades de suporte: o que são, quais os fatores que as afetam e como podem ser calculados.

Esse livro é dirigido aos problemas que rodeiam o cálculo da capacidade de suporte para uma área específica da floresta úmida na Amazônia brasileira que está sendo colonizada. São usadas simulações de computador para investigar os fatores que afetam a capacidade de suporte no trecho da rodovia Transamazônica (BR-230), a estrada construída de leste a oeste através do Brasil para estimular a colonização e o desenvolvimento econômico na floresta úmida Amazônica (Figura 1.1).[1] Espera-se que este estudo irá tanto contribuir capacitar planejadores no cálculo da capacidade de suporte como sistematicamente integrar os diversos tipos de informação necessária para tais estudos. Tanto os resultados práticos como os alicerces teóricos da estimativa da capacidade de suporte são importantes pois, na escala dos atuais desenvolvimentos na Amazônia o progresso, mesmo em pequenas quantidades, pode ter um impacto sobre as vidas de um grande número de pessoas, tanto hoje quanto no futuro.


RORAIMA
BOA VISTA
CARACARAÍ
OIAPOQUE
AMAPÁ
ICANA
MACAPÁ
BELÉM
SÃO LUIZ
MANAUS
SANTARÉM
ALTAMIRA
ITAITUBA
TRANSAMAZÔNICA
MARANHAO
IMPERATRIZ
AMAZONAS
MARABÁ
PARÁ
HUMAITA
CARRETERA
ARAGUAIANA
CRUZEIRO DO SUL
LÁBREA
BOCA DO ACRE
PORTO VELHO
CAXIMBO
ACRE
RIO BRANCO
ABUNÃ
GUAJARÁ MIRIM
RONDÔNIA
BR-364
MATO GROSSO
PORTO NACIONAL
TOCANTINS
OTROS CIUDADES
CAPITALES
CARRETERAS EXISTENTES
N
CUIABÁ
BRASÍLIA
BARRA DO GARÇAS
0 100 200 300 400 500 Kilometros

(Fig. 1-1)
(Legenda da Fig. 1-1)

Fig. 1.1. Mapa da Amazônia Legal brasileira, indicando as rodovias existentes. (Fonte: Fearnside,1984f).

AS ÁREAS DE FLORESTA ÚMIDA EM DIMINUIÇÃO

A ILUSÃO DO TAMANHO

Publicações recentes refletem a preocupação com a taxa em que a floresta úmida tropical, inclusive a brasileira, está desaparecendo.[2] Mesmo assim permanece a crença de que a floresta úmida brasileira não tem fim. Em 1980, um motorista de táxi em Altamira na rodovia Transamazônica expressou eloqüentemente esse ponto de vista quando disse-me que do ar a rodovia parecia uma "trilha de saúvas", que mal faziam uma falha na imensa floresta. Pessoas mais influentes já expressaram sentimentos semelhantes depois de fazer o vôo de Brasília a Manaus. A vastidão da Amazônia leva realmente à impressão de que é sem fim, encorajando as pessoas a desprezar quaisquer avisos sobre o desmatamento. A parte do Brasil legalmente classificada como Amazônia tem uma área de cerca de cinco milhões de quilômetros quadrados (km^2), dos quais cerca de 2,5 milhões se encontram em áreas de terra firme onde a vegetação natural é floresta úmida (Pandolfo, 1978: 11, citando dados da F.A.O.). A Amazônia Legal engloba aproximadamente 60% da área total do Brasil. O fato mais importante a ser compreendido sobre a floresta úmida brasileira não é que ela é grande, mas que é finita.

AS FLORESTAS ÚMIDAS BRASILEIRAS EM DIMINUIÇÃO

Embora as estimativas da extensão e taxa do desmatamento da Amazônia brasileira variem, a área total derrubada vem crescendo exponencialmente. A Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) calcula que foram desmatados 115.000 km^2 durante o período de 1966-1975 (ver Tabela 1.1); outros cálculos vão até a altura de 260.000 km^2 derrubados até 1978 (W.E. Kerr, citado por Myers, 1980: 128). As melhores perspectivas para resolver tais discrepâncias são pela interpretação cuidadosa da informação fornecida pelo sensoriamento remoto.

TABELA 1.1. ESTIMATIVAS DA SUDAM SOBRE A DERRUBADA DA FLORESTA AMAZÔNICA

Propósito	Extensão Derrubada (km^2)	
	1966-75	1976-78
Pecuária	45.000	35.000[a]
Pequenos Agricultores	35.000	
Rodovias[b]	30.000	
Exploração Madeireira	5.000	
TOTAL	115.000	

Fonte: C. Pandolfo, chefe do Departamento de Recursos Naturais Renováveis da SUDAM (Myers, 1980a: 123-128).

[a]A partir da cifra de 80.000 km^2 para pecuária no período 1966-1978. Esse 78% salto em três anos corresponderia a um aumento exponencial de 19,2%/ano.
[b]Não é claro porque é necessária tanta área para a construção de rodovias.

(Tabela 1-1)

O Brasil implementou a tecnologia de sensoriamento remoto em seus esforços para mapear e monitorar as florestas e outros recursos naturais da Amazônia (Brasil, RADAMBRASIL 1973-1982; Hammond, 1977a,b). Um meio usado é o radar aéro-transportado de vista lateral (SLAR) o qual, diferente de fotografias aéreas e imagens de satélites, não é afetado pela notória cobertura Amazônica de nuvens. Entretanto, as imagens dos satélites LANDSAT oferecem uma fonte de informação mais barata e regularmente renovada da derrubada da floresta. O Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) tem suas próprias instalações de rastreamento de satélite para receber e processar dados do LANDSAT.[3] Mais tarde os relatórios do INPE, incluindo a interpretação da imagem do LANDSAT para a Amazônia Legal inteira, indicaram que 7.771.175 hectares (ha) tinham sido derrubados até 1978, ou 1,55% da área de 497.552.700 ha (Tardin et al., 1980: 11). A dificuldade de distinguir vegetação secundária de floresta primária nas imagens torna

conservativas as cifras para derrubada calculadas pelo INPE. O melhor exemplo disso é a Zona Bragantina, uma área de 30.000 km^2 perto de Belém que foi inteiramente desmatada no começo deste século (Egler, 1961; Penteado, 1967; Sioli, 1973: 327). Só essa área é maior do que os 28.595 km^2 mostrados pelos dados do LANDSAT como desmatados até 1975 na Amazônia Legal inteira e é quase quatro vezes maior do que os 8.654 km^2 indicados como desmatamento no Estado do Pará (Tardin et al., 1980). Derrubadas "muito pequenas" também não estão incluídas nas estimativas do LANDSAT.

Enquanto que o tamanho da área desmatada até 1978 em relação ao tamanho total da Amazônia Legal é pequena, as áreas desmatadas estão crescendo a uma taxa enorme: 169,88% entre 1975 e 1978 (Tardin et al., 1980: 11), correspondendo a um aumento anual de 17,66%. A forma e a taxa do aumento são muito mais importantes para o futuro da região do que a área absoluta desmatada atualmente.

Os dados do LANDSAT para a derrubada até 1980 ou depois estão disponíveis para sete dos nove Estados e Territórios da Amazônia Legal (ver Tabela 1.2). A derrubada em quatro Estados e Territórios (Rondônia, Mato Grosso, Acre e Roraima) parece ter seguido um forte padrão exponencial durante o período entre 1975-1980, uma tendência que se torna ainda mais aparente quando se considera as derrubadas insignificantes indicadas pelas imagens do radar para essas áreas em 1970 (Brasil, RADAMBRASIL, 1973-1982). No caso de Roraima, onde desmatamento em escala significativa iniciou mais recentemente, a área derrubada aumentou mais que 800% em apenas três anos de 1978 a 1981 (Tabela 1.2).

(Tabela 1-2)

TABELA 1.2. LEVANTAMENTOS DE LANDSAT DA PERDA DE FLORESTA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

ESTADO OU TERRITÓRIO	ÁREA DO ESTADO OU TERRITÓRIO (KM^2)	ÁREA DESMATADA (KM^2)(a)				
		ATÉ 1975(a)	ATÉ 1978(b)	ATÉ 1980(c)	ATÉ 1981	ATÉ 1983
AMAPÁ	140.276	152,50	170,50	--	--	--
PARÁ	1.248.042	8.654,00	22.445,25	33.913,83	--	--
RORAIMA	230.104	55,00	143,75	--	1.169,56(d)	--
MARANHÃO(e)	257.451	2.940,75	7.334,00	10.671,06	--	--
GOIÁS(e)	285.793	3.507,25	10.288,50	11.458,52	--	--
ACRE	152.589	1.165,50	2.464,50	4.626,84	--	--
RONDÔNIA	243.044	1.216,50	4.184,50	7.579,27	--	13.995,20(f)
MATO GROSSO	881.001	10.124,25	28.355,00	53.299,29	--	--
AMAZONAS	1.567.125	779,50	1.785,75	--	--	--
					--	--
AMAZÔNIA LEGAL	5.005.426(g)	28.595,25	77.171,75	--	--	--

PORCENTAGEM DO ESTADO OU TERRITÓRIO CLASSIFICADA COMO DESMATADA

AMAPÁ	0,109	0,122	--	--	--
PARÁ	0,693	0,798	2,717	--	--
RORAIMA	0,024	0,062	--	0,508	--
MARANHÃO(e)	1,142	2,849	4,145	--	--
GOIÁS(e)	1,227	3,600	4,009	--	--
ACRE	0,764	1,615	3,032	--	--
RONDÔNIA	0,301	1,722	3,118	--	5,76
	1,140	3,218	6,050		
MATO GROSSO				--	--
	0,050	0,114	--		
AMAZONAS				--	--
				--	--

AMAZÔNIA LEGAL	0,571	1,542	--	--	--

FONTE: Atualizado de Fearnside, 1984a.

a)Ver o texto para explicação de porque esses valores são sub-estimativas.

b)Tardin *et al.*, 1980.

c)Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1980.

d)Dados sobre Roraima listados aqui para "1981" são de 2 imagens de 1980, 6 de 1981 e 2 de 1982 (Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1983a: 33 e 73). O uso dos mesmos valores para "1982" (Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1983a: 74) subestima a taxa de desmatamento.

e)Estados que não são inteiramente dentro da Amazônia Legal. O norte de Goiás se tornou o Estado do Tocantins em 1989.

f)Dados de Rondônia são de Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1985a, Ver Fearnside & Salati, 1985.

g)Inclui 27.138 km^2 das superfícies de água (Brasil, IBGE, 1982: 28), seguindo a pratica do Brasil, IBDF, 1983b.

Uma série de tempo mais detalhada de dados do desmatamento do LANDSAT para uma parte de Rondônia sugere uma tendência exponencial no período de 1973-1978 nesse foco de intensa migração (Fearnside, 1982a). Dados de imagens LANDSAT de 1983 indicam a continuação da tendência exponencial em Rondônia, chegando a 5,7% da superfície do Estado (Fearnside & Salati, 1985). Dados de um outro satélite (o sensor AVHRR no satélite meteorológico NOAA-7) indica continuação até 1985, quando 12,6% do Estado tinha sido desmatado (Malingreau, 1986), assim mais que dobrando a área derrubada em apenas dois anos. Dado o contínuo fluxo de migrantes e investidores para a região, pode-se presumir razoavelmente que a área derrubada tem aumentado substancialmente desde a data das imagens mais recentes usadas para essas estimativas.

CONCENTRAÇÃO DO DESMATAMENTO

A quantidade e a taxa do desmatamento variam grandemente entre as regiões da Amazônia. As maiores concentrações estão localizadas ao longo do trajeto norte-sul da rodovia Belém-Brasília (BR-010) e suas estradas vicinais, e ao longo da faixa leste-oeste da rodovia Cuiabá-Porto Velho (BR-364) em Rondônia. As cifras médias portanto dão apenas uma pequena idéia do impacto humano nas áreas de colonização intensiva (Fearnside, 1984a, 1986b).

Em Rondônia a migração intensiva resultou em um aumento na população humana a uma taxa de 14,6% ao ano entre 1970 e 1980, o que levaria a uma duplicação em menos de cinco anos (Figura 1.2). A ilusão de infinito da floresta úmida Amazônica é um resultado natural da predisposição humana de fazer projeções lineares das tendências em vez de exponenciais. Mesmo em um país como o Brasil onde a inflação progrediu as taxas que variavam de 20% até acima de 200% ao ano, as pessoas se surpreendem continuamente com o aumento dos preços quando fazem suas compras semanais. Muitas vezes se encontram pessoas mais velhas que estão sem saber nem como explicar o valor do dinheiro de um período anterior: pessoas que, por exemplo, compravam uma casa pelo preço de uma Coca-Cola hoje em dia. É a mesma dificuldade na assimilação de padrões exponenciais que torna os limites do aumento do desmatamento e da população parecerem remotos demais para serem tomados seriamente.

(Fig. 1-2)
(Legenda da Fig. 1-2)

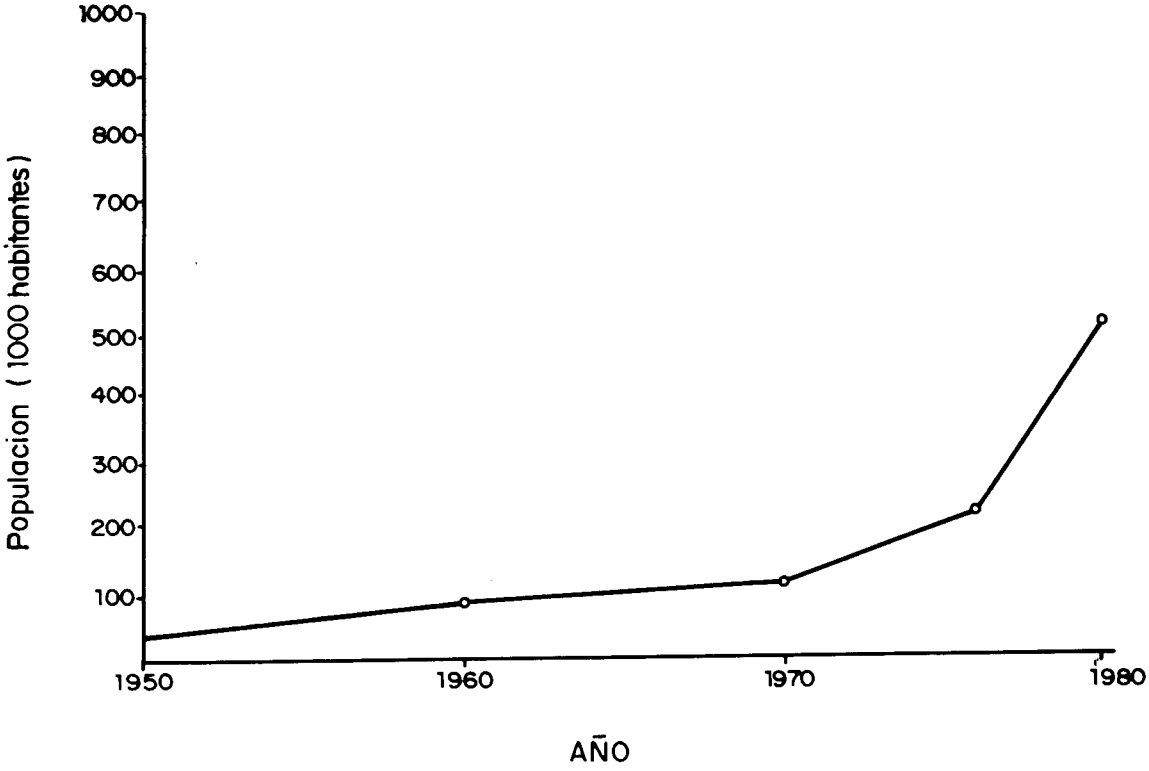

1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
Populacion (1000 habitantes)
1950
1960
1970
1980
AÑO

Fig. 1.2. Crescimento populacional em Rondônia. Os valores são de dados do recenseamento (Saunders, 1974; Brasil, IBGE, 1982: 74; a estimativa de 1976 entre recenseamentos é pelo IBGE (Mesquita & Egler, 1979: 73)).

É improvável que as limitações econômicas e de recursos que contrabalançam potencialmente as tendências exponenciais as taxas muito aumentadas de derrubada possam adiar por mais do que algumas décadas a derrubada de todas as principais áreas de florestas na região, a menos que o planejamento e a política de cumprimento da lei sejam baseados em decisões conscientes destinadas a conter o processo do desmatamento (Fearnside, 1985a, 1986c).

PROTEÇÃO DA FLORESTA ÚMIDA

O rápido desaparecimento das florestas úmidas em muitos países tropicais tem encorajado alguns governos a focalizarem a atenção sobre a natureza limitada desse recurso. Medidas que protegem os últimos remanescentes da floresta úmida em países como Costa Rica (Myers, 1979: 142-148) são encorajadoras, embora a tendência continue na direção de um rápido desaparecimento das florestas úmidas no mundo. O desmatamento de grandes áreas é irreversível: a floresta original não pode se regenerar devido à distância das fontes de sementes, à quebra de relações co-evoluídas e outras mudanças ecológicas (Gómez-Pompa et al., 1972).

O Brasil, com mais florestas úmidas que qualquer outro país, mantém diversos tipos de reservas (Barrett, 1980; Brasil, SEMA, 1977; Brasil, IBDF, 1979; Nogueira-Neto & Carvalho, 1979; Pádua & Quintão, 1982), mas elas são pequenas em relação com o tamanho e diversidade dos tipos de florestas (Tabela 1.3) e são raramente protegidas contra os posseiros (Brasil, INPA, 1979). Enquanto a lista das reservas existentes reflete conquistas significativas em áreas oficialmente protegidas durante a década passada, também revela o padrão repetido tanto da invasão não oficial como o abandono oficial dos compromissos prévios para a proteção da floresta sempre que a terra é desejada para propósitos de desenvolvimento (Tabela 1.3). É provável que as violações das reservas sejam ainda mais freqüentes à medida que prossegue a construção de estradas. Em Rondônia, por exemplo, os mapas do governo indicam a proposição de estradas cortando seis reservas indígenas e duas reservas biológicas, uma dessas (a Reserva Biológica Guaporé) deverá ser cortada por três estradas diferentes (Fearnside & Ferreira, 1985).

(Tabela 1-3)

TABELA 1.3. PARQUES E RESERVAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

ORGÃO	TIPO DE RESERVA	NOME	ESTADO OU TERRITORIO	ÁREA (HA)	ANO DE CRIAÇÃO	REFERÊNCIA	VEGETAÇÃO	SITUAÇÃO
EMBRAPA	PESQUISA(a)	CPTAU – 1 (ALTAMIRA - KM 23)	PARÁ	1	Ca. 1975	PRANCE *ET AL.*, 1976	FLORESTA ALTA	
	PESQUISA(a)	CEPLAC/EMBRAPA	AMAZONAS	1	1973	PIRES & PRANCE, 1977	FLORESTA ALTA	
	ÁREA ECOLÓGICA	UTÍNGA	PARÁ	15,5			FLORESTA ALTA (5,7 HA)(b), IGAPÓ (4,8 HA), VÁRZEA (5,0 HA)	
FAB	?	AERONAUTICA	PARÁ	180.000		AYRES, 1977	FLORESTA ALTA	PARCIALMENTE INUNDADA PELA REPRESA DE TUCURUÍ EM 1985
FUNAI	PARQUE INDÍGENA	ARAGUAIA - FUNAI	TOCANTINS	1.395.000		CARVALHO, 1981	CERRADO E FLORESTA DE GALERIA	
		ARIPUANÃ - FUNAI	MATO GROSSO	1.258.322		CARVALHO, 1981	FLORESTA DE TRANSIÇÃO. CERRADO	INVADIDA (ver Junqueira, s/d 1983: 58)
		TOCANTINS	MATO GROSSO	664.994	1961	PIRES, 1978	CERRADO	
		TUMUCUMAQUE	PARÁ	2.978.500(c)	1961	CARVALHO, 1981	FLORESTA ALTA	NO CAMINHO DA RODOVIA PERIMETRAL NORTE
		XINGU	MATO GROSSO	2.642.003(d)	1961	CARVALHO, 1981	CERRADO	PARCIALMENTE INVADIDA; PARCIALMENTE RESCINDIDA PARA RODOVIA BR-80 (ver Bunker, 1980a).
	RESERVAS INDIGENAS (23)		VÁRIOS	5.619.174		CARVALHO, 1981	VÁRIOS	MUITAS ESTAO INVADIDAS.
	ÁREAS INDIGENAS (110)		VÁRIOS	19.599.001		CARVALHO, 1981	VÁRIOS	MUITAS ESTÃO INVADIDAS.
	POSTOS		VÁRIOS	4.828.377		CARVALHO, 1981	VÁRIOS	MUITOS ESTÃO

	INDÍGENAS (36)							INVADIDOS.
IBAMA	PARQUE NACIONAL	AMAZÔNIA	PARÁ	1.258.000(e)	1974	CARVALHO, 1981	FLORESTA ALTA	A MAIORIA COM PERTURBACAO; SECCIONADA PELA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA.
		ARAGUAIA - IBDF	TOCANTINS	562.312	1959	CARVALHO, 1981; PÁDUA & QUINTÃO, 1982	CERRADO	SECCIONADA POR UMA RODOVIA (Veja, 22 de dezembro de 1982: 90; C & C, 1983a: 834)
		CABO ORANGE	AMAPÁ	619.000	1980	CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	MANGUE E CAMPO INUNDADO	
		JAÚ	AMAZONAS	2.272.000	1980	CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	FLORESTA ALTA E CAMPINARANA	
		LENÇOIS MARANHENSES	MARANHÃO	150.000	1981	CARVALHO, 1981	CERRADO	
		PACAAS NOVOS	RONDÔNIA	764.801	1979	CARVALHO, 1981; PÁDUA & QUINTÃO, 1980: 44	FLORESTA ALTA CERRADO	ESTRADA CONSTRUIDA ATÉ O LIMITE DO PARQUE, MAS CONSTRUÇÃO INTERROMPIDA EM 1982
		PANTANAL MATOGROSSENSE	MATO GROSSO	135.000(k)	1982	PÁDUA & QUINTÃO, 1982	SAVANA INUNDADA (PANTANAL)	
	PARQUE NACIONAL	PICO DA NEBLINA	AMAZONAS	2.200.000	1961, 1979	CARVALHO, 1981; PIRES, 1978	FLORESTA DE SUB-ALTITUDE	ESTRADA EM CONSTRU CORTA O PARQUE (C & C, 1983: 1237)
	RESERVA FLORESTAL	GOROTIRE	PARÁ	1.843.000	1961	PIRES, 1978	FLORESTA DE TRANSIÇÃO	PERTURBADA, PARCIALMENTE INVADIDA, PARCIALMENTE CEDIDA A FAZENDAS DE PECUÁRIA
		GURUPI	PARÁ	203.000(g)	1961	AYRES, 1977	FLORESTA DE TRANSIÇÃO	
		JURUENA	MATO GROSSO	1.808.000	1961	PIRES, 1978	CERRADO	INVADIDA

	MUNDURUCANEA	PARÁ	2.375(b)	1961	PIRES, 1978	FLORESTA ALTA	COMPLETAMENTE INVADIDA
	PARIMA	RORAIMA	1.756.000	1961	PIRES, 1978	CAMPO E FLORESTA	
	RIO NEGRO	AMAZONAS	3.790.000	1961	PIRES, 1978	FLORESTA ALTA	
	TRANSAMAZÔNICA(i)	PARÁ	Ca. 90.000			FLORESTA ALTA	PARCIALMENTE INVADIDA
FLORESTA NACIONAL	CAXIUANÁ	PARÁ	200.000	1961	PIRES, 1978	FLORESTA ALTA	SENDO INVADIDA POR CAUSA DA MADEIRA
	TAPAJÓS	PARÁ	600.000			FLORESTA ALTA	PARCIALMENTE INVADIDA (A ProvÍncia do Para, 4 de dezembro de 1974)SENDO CORTADA PARA EXPERIMENTOS FLORESTAIS SOBRE 140.000 HA
RESERVA BIOLÓGICA	ABUFARI	AMAZONAS	288.000	1982	C&C, 1983b: 248	FLORESTA ALTA?	
	JARÚ	RONDÔNIA	268.150(j)	1979	CARVALHO, 1981	FLORESTA ALTA	PESADAMENTE INVADIDA, A ESTRADA PLANEJADA IRÁ CORTAR A RESERVA
	GUAPORÉ	RONDONIA	600.000	1982	C&C, 1983b: 248	INUNDADA E FLORESTA ALTA	TRÊS ESTRADAS PLANEJADAS CORTARAO A RESERVA
	LAGO PIRATUBA	AMAPÁ	395.000	1980	CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	FLORESTA ALTA FLORESTA COSTEIRA	
	TROMBETAS	PARÁ	385.000(k)	1979	CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	FLORESTA ALTA	A MAIORIA PERTURBADA (D.C.OREN, COM. PESS., 1982), AUTORIZADA A PROSPECCAO DE MINERIO (C&C, 1982:1237); ESTRAGADA POR LEVANTAMENTO PARA A CONSTRUCAO DA REPRESA CACHOEIRA PORTEIRA

INPA	PESQUISA	CAMPINA	AMAZONAS	90.000	1972	BRASIL, INPA, 1978	CAMPINA, CAMPINARANA	
		DINÂMICA BIOLÓGICA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS (INPA/SMITHSONIAN))	AMAZONAS	Ca. 12.000	1980-1984	LOVEJOY *ET AL.*,1983; R.O. BIERREGAARD, COM. PESS. 1984	FLORESTA ALTA	RESERVAS DE 1-10.000 HA ESCOLIDAS DE MANEIRA A FICAREM ISOLADAS COMO ILHAS RODEADAS DE PASTOS, A MEDIDA EM QUE AS FAZENDAS CONTINUAM A DERRUBADA
		DUCKE	AMAZONAS	10.000	1958	PIRES, 1978	FLORESTA ALTA	Ca. 15 HA CORTADOS PARA EXPERIENCIAS SILVICULTURAIS; ALGUMA INVASAO
		EGLER	AMAZONAS	6.30l	1968	INPA, COM. PESS., 1981	FLORESTA ALTA	
		ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE SILVICULTURA TROPICAL	AMAZONAS	23.000	1972	BRASIL, INPA, 1978	FLORESTA ALTA E CAMPINARANA	Ca. 10 HA CORTADOS PARA PESQUISA AGRÍCOLA
	RESERVA DE PESQUISA ECOLÓGICA	OURO PRETO D'OESTE	RONDÔNIA	138	1983	FEARNSIDE, 1984e	FLORESTA ALTA (Ca. 118 HA); FLORESTA SECUNDARIA (Ca.20 HA)	Ca. 20 HA DE SUB-BOSQUE DE FLORESTA ALTA ESTRAGADO POR FOGO EM 1983
IBAMA	ESTAÇÃO ECOLÓGICA	ANAVILHANAS	AMAZONAS	350.000		BRASIL, SEMA, 1977; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	IGAPÓ E FLORESTA PERMANENTEMENTE INUNDADA (100.000 HA) FLORESTA ALTA (250.000 HA)	
		CARACARAÍ	RORAIMA	80.560	1982	*A Critíca*, 01 de junho de 1982: 7 RYLANDAS & MITTERMEIER, 1982	SAVANA	
		COCO - JAVÃES	TOCANTINS	37.000			FLORESTA PERIÓDICAMENTE INUNDADA. SAVANA	

		CUNIÃ	RONDÔNIA	100.000		IBRD, 1981; RYLANDS, 1984	FLORESTA ALTA	ALGUNS POSSEIROS (G.L. FERREIRA, COM. PESS., 1983)
		IQUÊ - ARIPUANÃ	MATO GROSSO	266.000		BRASIL, SEMA, 1977; CARVALHO, 1981	FLORESTA DE TRANSIÇÃO, CERRADO	
		JUAMI - JAPURÁ	AMAZONAS	1.400.000	1983	*A Notícia*, 22 de julho de 1983, 3.	FLORESTA ALTA	
		MARACA - RORAIMA	RORAIMA	92.000		CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	FLORESTA ALTA, FLORESTA INUNDADA, SAVANA	
		MARACÁ - TIPOCA	AMAPÁ	70.000		BRASIL, SEMA, 1977; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	MANGUES E TERRAS LAMACENTAS	
		PIRIA - GURUPÍ	PARÁ	31.000		BRASIL, SEMA, 1977; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	MANGUES E TERRAS LAMACENTAS	
		RIO ACRE - SENA MADUREIRA	ACRE	73.000		CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	FLORESTA ALTA	
		SERRA DAS ARARAS	MATO GROSSO	28.700	1982	*A Crítica*, 01 de junho de 1982: 7.	CERRADO	
	RESERVA ECOLÓGICA	JUTAÍ-SOLIMÕES	AMAZONAS	360.000	1983	*A Notícia*, 22 de julho de 1983: 3.	FLORESTA ALTA, FLORESTA ABERTA COM PALMEIRAS	
ADA	RESERVA FLORESTAL EXPERIMENTAL	CURUÁ - UNA	PARÁ	71.250	ca.1957	BRASIL, SUDAM	FLORESTA ALTA	285 HA PLANTADOS ATÉ 1974 DOS 550 HA PLANEJADOS PARA PLANTAÇÕES SILVICULTURAIS
	"RESERVA BIOLÓGICA" (EXPERIÊNCIAS FLORESTAIS)	SANTARÉM CURUÁ-UNA KM 62/64	PARÁ	1.200	1962 - 1964	RANKIN & P. FEARNSIDE, NOTAS DE CAMPO, 1978	FLORESTA ALTA	65 HA CORTADOS PARA PLANTAÇÃO DE *PINUS CARIBAEA*; 3 HA DERRUBADOS PELA FAZENDA VIZINHA EM 1978;CORTE EXPERIÊNCIAS DE ENRIQUECIMENTO NA RESERVA TODA

Reservas não incluídas na Tabela: a Reserva Biológica Pedras Negras, em Rondônia (1.085.000 ha decretada em 1961) foi rescindida para dar lugar para o projeto de colonização Costa Marques, do INCRA. A reserva Aripuanã, do INPA, no Mato Grosso (100.000 ha decretada em 1975; conforme foi medido por mapas RADAMBRASIL (Ayres, 1978), 140.000 ha foram completamente invadidos por grileiros e posseiros; a reserva foi abandonada pelo INPA e a estação de pesquisa cedida para a Secretaria da Agricultura de Mato Grosso. A estação Ecológica de Apiacás, da SEMA, no norte do Mato Grosso (500.000 ha) (Brasil, SEMA, 1977), foi completamente invadida e não existe mais (Anthony B. Rylands, comunicação pessoal, 1984).

NOTAS:

(a) Áreas de testemunha para experiências agrícolas.

(b) Danificada pela filmagem de "A Floresta Esmeralda" (Samuel de Almeida, comunicação pessoal, 1987).

(c) Também relatada como tendo 2.560.000 ha (Goodland & Irwin, 1975a: 58). 3.084.500 ha (Brasil, RADAMBRASIL, 1975: 296). Uma área de 3.087.000 ha foi decretada em 14 de julho de 1968 (No. 62.998), aumentando a reserva de 1.793.000 ha decretado em 25 de julho de 1961 (No. 51.043). Ver van Veltham (1980).

(d) Também relatada como tendo 2.200.000 ha (Pires, 1978).

(e) Nenhuma dessas áreas está "regularizada" (Pádua, s/d (1979)).

(f) Inclui a área da antiga Reserva Biológica Cará-Cará (decretada em 1961), sendo relatada como tendo 61.126 ha (Brasil, IBGE, 1980: 44; Carvalho (1981), 70.000 ha (Pádua, s/d (1979)) e 80.000 ha (Pires, 1978).

(g) Uma reserva contígua de 1.679.000 ha no Maranhão (Prance, 1975) aparentemente não existe.

(h) Também relatada como tendo 2.375.000 por Prance (1975: 109).

(i) Altamira - Itaituba km 120.

(j) Originalmente decretada em 1961 com 1.085.000 ha (Pires, 1978), a reserva foi grandemente tomada pelo esquema de ocupação do PAD - Burareiro (IBRD, 1981). A reserva foi re-alocada e reduzida em área em 1980-1981, aparentemente para permitir a exploração de cassiterita no local anterior (Clay, s/d (1983): 18-19).

(k) Originalmente com 1.258.000 ha (Brasil, IBGE, 1979: 44).

(l) Previamente tamanho de 750 ha (Pires, 1978) reduzido: terra perdida em 1980.

COLONIZAÇÃO DE FLORESTAS ÚMIDAS NO MUNDO

Os governos vêem a colonização planejada das terras das florestas como a solução para problemas preeminentes de pobreza, super-população e desigualdades na distribuição da terra. Além do Brasil, outros países que estão engajados atualmente na colonização da bacia Amazônica incluem Bolívia, Equador e Venezuela (ver Nelson 1973; IICA Programa Cooperativa para el Desarrollo del Trópico Americano, 1972; Rundel, 1983).

O fenômeno é pantropical. Mais recentemente, a Indonésia acelerou maciçamente um programa já há muito existente para o re-assentamento de populações de Java e três outras ilhas densamente povoadas em áreas de floresta úmida em ilhas menos densamente povoadas (Jones, 1979). Durante o período de 1979-1984, foram deslocadas 2,5 milhões de pessoas (Survival International, 1985). O plano requer deslocamento contínuo até o total de dois milhões de famílias, ou até que se atinja 12-15 milhões de pessoas (Myers, 1980a: 73-74). Embora o baixo preço do petróleo exportado pela Indonésia tenha obrigado o governo a atrasar o ritmo da transmigração em 1986 esses totais permanecem como metas do programa a longo prazo.

Embora a capacidade de suporte geralmente não seja considerada durante o planejamento dos projetos de colonização, ela começou a entrar no lado prático do planejamento em alguns países tropicais. O governo de Fiji está noticiadamente fazendo bom uso de um estudo da UNESCO o qual incluiu cálculos da capacidade de suporte de algumas áreas (Bayliss-Smith, 1980). Em Papua Nova Guiné, onde um número notavelmente grande de estudos acadêmicos tem sido feitos envolvendo a capacidade de suporte, o Escritório do Planejamento Nacional incluiu cálculos preliminares da capacidade de suporte para a agricultura itinerante ao considerar a transferência proposta de população das áreas de terra alta densamente povoadas da província de Chimbu para áreas de floresta úmida em terras baixas (Simpson, 1975). A fórmula para o cálculo da capacidade de suporte sob cultura itinerante usada em Papua Nova Guiné, e em muitos outros estudos foi originariamente projetada visando os problemas práticos do desenvolvimento agrícola da África (Allan, 1949). Alguns sugeriram que as fórmulas da cultura itinerante para o cálculo da capacidade de suporte seriam apropriadas para o uso em áreas de colonização na Amazônia brasileira (Morais, 1974a; Valverde, 1979a: 248). De qualquer maneira, o grosso da colonização planejada que está havendo em países tropicais, inclusive no Brasil, é feito sem qualquer consideração explícita pela capacidade de suporte.

A decisão do governo brasileiro de promover a colonização rápida na Amazônia através da construção de estradas e programas de colonização contribuiu substancialmente para a

pressão sobre as áreas de floresta úmida. Um exame dos motivos para essa decisão, os programas de colonização e alguns dos outros padrões de ocupação e exploração que estão sendo promovidos e considerados, tornará mais claros a força e a extensão desse impacto.

A COLONIZAÇÃO BRASILEIRA DA AMAZÔNIA

MOTIVOS

O esforço para colonizar a Amazônia é uma continuação dos esforços anteriores do governo brasileiro para o desenvolvimento do interior, tais como a construção da nova capital nacional em Brasília (1956-1960) e a construção da rodovia Belém-Brasília (1957-1960). Seguindo a entrada do novo governo em 1964, os esforços foram redobrados com, a melhoria, em 1964, da rodovia Belém-Brasília para um tráfego durante o ano todo, a criação da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) em 1966 e a Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) em 1967 e a abertura da rodovia Cuiabá-Porto Velho ligando Mato Grosso com Rondônia em 1968. Os projetos de colonização também foram empreendidos na Amazônia durante esse período (Tavares et al., 1972). Não foi antes de 1970, no entanto, que começou a grande arrancada com a iniciação do Programa de Integração Nacional (PIN) e a construção da rodovia Transamazônica.

Durante um discurso carregado de emoção para as vítimas da seca no Recife, em 6 de junho de 1970, o Presidente Médici prometeu fazer alguma coisa a respeito daquela situação.[4] Dez dias depois foram anunciados os planos para o Programa de Integração Nacional e a rodovia Transamazônica (Decreto Lei 1106). Foram solicitados orçamentos das empreiteiras para a construção da rodovia apenas dois dias depois (Rebelo, 1973: 87). A rodovia deveria estender-se de Recife e João Pessoa até a fronteira peruana perto de Cruzeiro do Sul, no Acre: um comprimento total de 5.400 km, dos quais cerca de 3.000 km estão na Amazônia (Figura 1.1).

Foram enfatizados fatores sociais como justificativas oficiais para os programas para o desenvolvimento da Amazônia. O problema imediato era a pobreza no nordeste do Brasil, especialmente em seguida à seca de 1970. A superpopulação foi destacada como a raiz do problema, embora outros problemas como a extrema desigualdade na distribuição da posse da terra não fossem mencionados. A transferência dos nordestinos pobres para as áreas de colonização ao longo da rodovia Transamazônica foi proposta como a solução. De 65% (Arruda, 1972: 5.9) a 75% (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 1) deveriam vir do nordeste, embora de fato só 30% dos que foram instalados na área de Altamira até fins de 1974 tenham realmente vindo daquela região (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, Coordenadoria Regional do Norte CR-01,

1974).

O segundo objetivo oficial foi o benefício econômico para o país. Os colonos deveriam receber crédito agrícola e assistência técnica para capacitá-los a produzir um excedente para exportação para outras partes do Brasil ou para outros países. A estrada também tornaria acessíveis as fontes de madeira e minerais. Um panfleto do governo fala do "panorama extático" da riqueza mineral ao longo da rodovia (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, ca. 1972: 6). J.M.G. Kleinpenning (1979: 38) sugere que a importância inicial dada aos motivos sociais foi meramente uma "manobra política útil" (ver também Ianni, 1979), e que outros motivos, especialmente o crescimento econômico, eram mais importantes.

Acredita-se que um terceiro motivo sejam as considerações geopolíticas estratégicas (Kleinpenning, 1979; Lima, 1973). O medo de que a Amazônia nunca esteja longe de uma invasão por estrangeiros é periódico no Brasil. As quatro edições, desde 1957, da Amazônia e a Cobiça Internacional de Artur César Ferreira Reis (1972) são uma testemunha disso. Uma sugestão casual atribuída a um discurso feito por Harrison Brown, autor de The Challenge of Man's Future (O Desafio do Futuro do Homem, 1954) que os problemas de população da Índia poderiam ser "resolvidos" mudando-se populações para a Amazônia (Reis, 1972) fez manchetes nos jornais brasileiros. Em seu livro Principles of Political Economy o economista Kenneth Boulding fez uma alusão à possibilidade de mudar 200 milhões de asiáticos para a Amazônia, contribuindo para a preocupação no Brasil (Pinho Filho, 1979: 119). A rápida ocupação da área por brasileiros de língua portuguesa foi vista como a melhor defesa contra o fluxo potencial de estrangeiros. Um dos objetivos proclamados para o Programa de Integração Nacional foi "marcar, pela presença do homem brasileiro em terras Amazônicas, a conquista para si e para o seu país, daquilo que sempre lhes pertenceu, a fim de que ninguém jamais ouse contestá-los esse objetivo" (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 1). Mais do que a possibilidade da invasão de fora, Kleinpenning (1979: 38) salienta o fortalecimento da Amazônia como uma base para o Brasil ir ao encalço daquilo que ele chama de "seus próprios motivos sub-imperialistas" (ver também Tambs, 1974).

Outras motivações incluem o desejo do regime por prestígio, nacional e internacional, e as pressões da política nacional (Kleinpenning, 1979: 4).

" Ações espetaculares e excitantes do governo, tais como o desenvolvimento ativo da região Amazônica e o entusiasmo por isso entre os maiores setores da população, podem resultar em que conflitos políticos sejam sentidos menos severamente por um tempo em que a atenção seja temporariamente distraída de assuntos tais como a falta de liberdade política, a tortura e as injustiças sociais" (Kleinpenning, 1979: 4).

Em 1970 quando esses problemas estiveram em alta evidência, a promoção da rodovia Transamazônica em São Paulo e outros lugares através da propaganda "out-door", anúncios em ônibus, em camisetas e etc., foi muito além da divulgação necessária para recrutar colonos em perspectiva. A maré de migrantes do nordeste para São Paulo era vista, pelo público, como a fonte de todos os males urbanos, tornando-se popular uma alternativa altamente visível (Katzman, 1976: 456). A estabilidade política é vista como um objetivo importante ao promover entusiasmo e euforia por projetos tais como a rodovia Transamazônica (Kleinpenning, 1979: 4).

Essa mesma solução tinha sido considerada por governos anteriores. Em The Hungry Planet (O Planeta Faminto), publicado cinco anos antes da seca de 1970 e a rodovia Transamazônica, Georg Borgstrom (1965: 317) escreveu:

"Outra catástrofe (sêca) flagelou esta região (o nordeste brasileiro) em 1957-1958 quando 70% da colheita foi perdida.... Cada vez que isso acontece, os agitatores ganham um prato cheio para os seus fins revolucionários... Um ministro da fazenda brasileiro veio pedir ao Governo dos Estados Unidos um financiamento para transferir essa população para a Amazônia".

A idéia de transferir nordestinos para a Amazônia depois de repetidas diminuições na capacidade do Nordeste de suportar a curto prazo uma população humana, não é nova: o imperador Dom Pedro II ofereceu às vítimas da seca passagem de graça para os portos de Belém e Manaus depois da seca de 1877 (Morais et al., 1970: 115).

É perda de tempo procurar por um único motivo para o início da construção da rodovia e dos programas de colonização na Amazônia. Muitas razões contribuíram para tornar atraente esse plano de ação. A questão de como os colonos deveriam ser selecionados e os programas de colonização levados adiante depende das implicações, às vezes conflitantes, dos vários motivos. Muitos dos motivos que contribuíram para decisões sobre programas passados serão importantes quando os futuros programas forem planejados e executados.

PROGRAMAS DE COLONIZAÇÃO

Programas de Colonização Anteriores a 1970

Colonos não indígenas vêm colonizando a Amazônia brasileira desde o século 16. O padrão principal de ocupação na maior parte da região tem sido pontos esparsos nas margens dos rios com vilarejos ou posses individuais de caboclos[5] que tradicionalmente têm se auto-sustentado em plantios de subsistência de culturas anuais, principalmente mandioca,

caça, pesca e extração de produtos da floresta tais como castanha-do-Pará (Bertholetia excelsa) e seringueira (Hevea brasiliensis) (Moran, 1974; Wagley, 1976).

A ocupação foi intensiva ao longo da ferrovia construída de Belém a Bragança em fins do século 19. Foram estabelecidas colônias agrícolas para suprir alimentos para a cidade do "boom" da borracha, Belém (Camargo, 1948; Penteado, 1967; Sioli, 1973). A população densa na Zona Bragantina praticou uma agricultura itinerante acelerada com pousío inadequado, o que resultou em exaustão do solo e declínio das colheitas (Ackermann, 1966; Camargo, 1948; Egler, 1961; Sioli, 1973, 1980). O declínio da produtividade agrícola, com a subseqüente migração da população e abandono da maior parte dos 30.000 km^2 para a vegetação secundária, é um exemplo daquilo que pode ocorrer se os programas de colonização na Amazônia excederem sua capacidade de suporte (ver Penteado, 1967). O problema da "fixação do homem à terra", considerado agudo na Zona Bragantina (Penteado, 1967), pode surgir quando se excede a capacidade de suporte, pois se os agricultores não podem se sustentar por meios próprios a longo prazo, eles se tornarão "não fixados" e deixarão a área.

Outros tipos de colonização envolveram o estabelecimento de grupos mais especializados, tais como as colônias de imigrantes japoneses, que têm se concentrado em cultivar pimenta-do-reino (Piper nigrum) e verduras (ver Fearnside, 1980a, 1985b). Plantações de seringueira têm também formado a base para a colonização passada, além dos milhares de seringueiros espalhados que colhem o látex de árvores nativas da floresta. A Ford Motor Company estabeleceu plantações em Fordlândia no rio Tapajós, entre Santarém e Itaituba em 1926 (mais tarde abandonada), a 100 km rio abaixo, em Belterra, em 1934 (mais tarde doada ao governo brasileiro, quando fracassou como investimento econômico) (Sioli, 1973).

A colonização da Amazônia brasileira através da ocupação por pequenos agricultores, bem como outros tipos de ocupação, ao longo das novas rodovias, acelerou-se dramaticamente em 1970 com a divulgação do Programa de Integração Nacional (PIN).

O Programa de Integração Nacional

O advento do Programa de Integração Nacional levou à criação de um novo órgão do governo para colonização, o INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). O INCRA partiu para colonizar áreas na Amazônia com o estabelecimento de PICs (Projetos Integrados de Colonização) e PADs (Projetos de Assentamento Dirigido). A colonização da rodovia Transamazônica está dividida em três áreas administradas separadamente: Marabá, Altamira e Itaituba, todas estabelecidas nos primeiros dias do Programa de Integração Nacional. Existem também cinco PICs em Rondônia

(Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972b; Valverde, 1979b).

Projetos de Assentamento Dirigido (PADs), uma forma mais recente de colonização dirigida, não oferecem tanta infraestrutura de suporte para os colonos quanto os PICs. Os dois PADs em Rondônia foram estabelecidos em 1974 e 1975. Outro PAD está atualmente em progresso no Acre. O alto custo para a implantação e administração de PICs, junto com o fato de que os colonos mostraram-se mais que dispostos a migrar para a Amazônia mesmo sem o incentivo dos serviços oferecidos por esses projetos, sem dúvida explica a mudança de ênfase para os PADs. Espera-se também que os colonos acomodados pelos PADs tenham maiores recursos financeiros do que aqueles do PICs (Neves & Lopes, 1979: 87).

Os programas de colonização nos três PICs da rodovia Transamazônica foram projetados para acomodar 100.000 famílias de colonos dentro de um período de cinco anos.[6] As áreas de colonização foram dispostas de acordo com o que o INCRA chamou de "filosofia de urbanismo rural" (Cunha Camargo, 1973).[7] Os lotes dos colonos são servidos por uma hierarquia de três tipos de centros planejados: a agrovila, pequena vila de cerca de 50 casas dispostas em um retângulo; o agrópolis, uma cidade projetada para servir 22 agrovilas (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 67) ou 8-10 agrovilas (Cunha Camargo, 1973: 16); e o rurópolis, uma cidade com cerca de 20.000 habitantes (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 67). Na realidade, somente 29 agrovilas, dois agrópolis e um rurópolis foram construídos (Kleinpenning, 1979: 22). Em dezembro de 1974, apenas 5.717 famílias tinham sido acomodadas na rodovia (Smith, 1976a,b), bem longe do objetivo de 100.000 para 1976. Novas ocupações por pequenos agricultores na rodovia Transamazônica permaneceram virtualmente parados desde aquela época, embora a regularização das posses dos posseiros na área a leste do PIC Altamira começou em 1982.

Cada colono trazido para as áreas de colonização pelo INCRA no início do Programa de Integração Nacional recebeu um lote de 100 ha por um preço simbólico que deveria ser pago durante um período de vinte anos. Foi concedido um período de carência de três anos antes do começo do pagamento e foi cobrado 7% de juros anuais sobre o saldo devedor. A prática usual no Brasil de cobrar a correção monetária afim de ajustar a dívida com a inflação astronômica do país não foi aplicada aos empréstimos de compra de terra.

Na maior parte do PIC de Altamira, e em uma parte do PIC de Marabá, as estradas laterais chamadas travessões correm perpendicularmente à rodovia Transamazônica em intervalos de 5 km. A maioria das estradas laterais alongam a extensão ocupada por pequenos colonos até cerca de 20 km de cada lado da rodovia. Os lotes de frente para a estrada principal têm 500 m de largura por 2.000 m de comprimento, enquanto os que

estão nas estradas laterais têm 400 por 2.500 m. Os lotes estão agrupados em unidades de dez até 70 lotes chamadas glebas, ocupando aproximadamente cinco km de um lado da rodovia principal. Na área de Altamira, as agrovilas estão espaçadas a cada dez km ao longo da rodovia principal, e à profundidade de dez km nas estradas laterais. A maioria dos colonos que têm lotes na beira da rodovia principal têm casas construídas pelo INCRA em suas parcelas, enquanto que os que têm lotes nas estradas laterais têm casas em uma das agrovilas (Figura 1.3).

(Fig. 1-3)

Legenda da Fig. 1-3)

Fig. 1.3. Agrovila Grande Esperança, a vila planejada onde o autor viveu durante dois anos de trabalho de campo (1974-1976). A casa do autor está à direita. (Foto por J.M. Rankin, 1975)

.

A área de Altamira é de longe a maior dos três PICs da rodovia Transamazônica. A parte da área de Altamira localizada na seção Altamira-Itaituba da rodovia tem aproximadamente 3.120 famílias, ou cerca de 59% do total para a rodovia Transamazônica. Essa área cobre uma faixa que se estende de 12 a 245 km a oeste de Altamira, com uma interrupção de 30 km de uma reserva florestal.

Muitos colonos deixam suas casas nas agrovilas em favor de acomodações mais rústicas (Figura 1.4), mais próximas de suas roças e animais domésticos. A falta de serviços tais como escolas, água e atendimento de saúde em muitas agrovilas reforça esse padrão. As agrovilas na rodovia principal oferecem serviços urbanos muito melhores do que as que estão no interior.

A ênfase dos programas de colonização tem mudado regularmente desde o lançamento inicial do Programa de Integração Nacional. Uma mudança importante no programa ocorreu em 1974, quando a colonização por indivíduos em lotes de 100 ha foi desenfatizada em favor da "colonização" por grandes empresas (O Estado de São Paulo, 24 de maio de 1974: 11). Essas grandes corporações principalmente com operações de pecuária, incluíam tanto multinacionais gigantescas como centenas de investidores brasileiros das áreas urbanas do centro-sul do Brasil. Fazendas menores eram vendidas pelo INCRA na área atrás da faixa de ocupação pelos pequenos agricultores na rodovia Transamazônica. Fazendas de 3.000 ha a cerca de 150 km oeste de Altamira, eram vendidas a partir de 1974. Vendas semelhantes eram feitas em Marabá e Rondônia.

De 1977 em diante, fazendas de 500 ha chamadas de glebas foram vendidas em faixas de cerca de 30 km de largura, além das margens da área de ocupação dos pequenos agricultores, entre 12 e 85 km oeste de Altamira. A terra é vendida pelo processo de licitação, solicitando-se ofertas seladas para parcelas individuais com uma oferta mínima de 2% do salário mínimo por hectare, ou cerca de US$ 1,08 por hectare.

(Fig. 1-4)
(Legenda da Fig. 1-4)

Fig. 1.4. Muitas famílias de colonos abandonaram suas casas nas agrovilas em favor de acomodações mais simples em seus lotes (Gleba 16, Lote 60, 1975).

Os esquemas de colonização por cooperativas privadas têm sido encorajados para evitar as muitas deficiências inerentes à colonização do governo. Tais esquemas particulares deveriam se realizar na área ao sul da rodovia Transamazônica, cerca de 110 km oeste de Altamira, na margem esquerda do rio Iriri. Foi anunciado em 1976 que essa área seria colonizada pela COTRIJUI (Cooperativa Tritícola Serrana), uma cooperativa de pequenos agricultores do extremo Sul do Brasil, com cada uma das 2.000 famílias recebendo um lote de 200 ha (O Estado de São Paulo, 21 de maio de 1976). Esse plano substituiu um outro anterior para colonizar a área através do INCRA (Hirano, 1974). A cooperativa não foi capaz de começar o projeto de colonização proposto por causa dos índios Arara, hostis, que viviam na área. Em 1985 a FUNAI (Fundação Nacional do Índio) aparentemente conseguiu desalojar o que restou da tribo, a qual fez em 22 de fevereiro de 1981 seu primeiro contato pacífico com a cultura Luso-Brasileira desde que a rodovia Transamazônica foi construída através das terras da tribo 11 anos antes (Veja, 11 de maio de 1981: 72-76).

Ocupação Espontânea

A maioria da ocupação na Amazônia hoje, como no passado, é feita sem nenhum plano, nem do governo nem de qualquer outro. Colonização não planejada, feita pelos posseiros, que é a maneira tradicional de ocupação, tem provocado muitas lutas sangrentas pela Amazônia entre posseiros e proprietários na posse legal e documentada da terra, ou com os mais temidos "grileiros", especuladores que ganham a vida contratando "jagunços" ou "pistoleiros", para tirar pequenos agricultores das terras que ocupam. Os grileiros freqüentemente conseguem

obter documentos oficiais (muitas vezes falsos) que permitem a venda dessas terras aos interesses pecuários (Bunker, 1980a; Martine, 1979, 1980; Martins, 1980; Schmink, 1982; Wood & Schmink, 1979). A ocupação da rodovia Belém-Brasília aconteceu dessa forma, com a terra primeiro desmatada pelos pequenos agricultores, sem documentos, e, mais tarde, tomadas por grandes pecuaristas (Valverde & Dias, 1967: 276). Algumas vezes o processo funcionou ao contrário, com investidores ausentes perdendo a terra que eles haviam comprado para os posseiros (Sanders, 1971).

Os programas oficiais de colonização não conseguem lidar nem com uma pequena fração do influxo de novos migrantes para a Amazônia. Em 1985 151.621 pessoas foram registradas cruzando um centro de triagem para entrar em Rondônia, vindo do Estado de Mato Grosso (A Crítica, 03 de dezembro de 1986, cad. 1: 7). O governo de Rondônia estima o fluxo para 1986 por volta de 200.000 pessoas. As cifras de migração do centro de triagem do governo são substancialmente menores do que o fluxo real, pois muitos migrantes passam sem serem registrados. Até 1977 o INCRA acomodou 12.660 famílias em 2.732.550 ha de terra em Rondônia, em comparação com um total entre 5.000 e 6.000 famílias em lotes de 100 hectares nas três áreas de colonização da rodovia Transamazônica. Enquanto Rondônia tem mais projetos de colonização do INCRA do que qualquer outra parte da Amazônia, os lotes desses projetos estão totalmente ocupados. O último a "estourar" foi o PIC Sidney Girão, que permaneceu durante uma década cheio apenas pela metade devido a sua localização em uma área remota e menos fértil, onde foi instalado "aparentemente com a intenção de ocupar a área próxima à fronteira boliviana" (Mueller, 1980). Projetos atualmente planejados ocupariam áreas sem praticamente nenhum solo apto para a agricultura (Fearnside, 1986c). Grande parte dos novos migrantes seguem o padrão tradicional de ocupação espontânea de posseiros, ocupando áreas ou fora dos projetos do INCRA ou dentro das áreas planejadas antes do INCRA começar o assentamento oficial.

AGRICULTURA NA RODOVIA TRANSAMMAZÔNICA

O tipo de agricultura pioneira, orientada para o mercado, que é feita na área de colonização da rodovia Transamazônica é principalmente baseada em culturas anuais, sendo o arroz de sequeiro a cultura de venda mais proeminente (Figura 1.5). Milho, feijão e mandioca são plantados como cultura para venda em uma escala menor. O método é, normalmente, extensivo, com os insumos de mão-de-obra e principalmente de capital minimizados. O financiamento permitiu que muitos colonos expandissem o tamanho de suas plantações contratando mão-de-obra suplementar. Os colonos, via de regra, não praticam agricultura itinerante com períodos de pousío que renovam os nutrientes do solo perdidos durante o período de cultivação.

Muitos planejam converter sua terra em pastagem ou culturas perenes para comércio tais como pimenta-do-reino ou cacau. Como a terra está sendo desmatada para culturas anuais mais rápido do que o capital e a mão-de-obra permitem que seja convertida em cultura perene, muito da terra usada sob culturas anuais por um ou dois anos ou é deixada para crescer capoeira (vegetação secundária) ou é semeada para pastagem. Uma quantia significativa de pastos tem sido plantada pelos colonos, freqüentemente permanecendo vários anos sem cercas nem animais. Existem variações consideráveis entre os colonos nos tipos de exploração do lote, alguns dos quais parecem ser explicados pelos antecedentes dos colonos (Moran, 1975, 1976, 1979b; Fearnside, 1982b; Fleming-Moran & Moran, 1978). Uma segunda maré de colonos tem chegado na rodovia Transamazônica e, ou compram os lotes dos colonos iniciais instalados pelo INCRA, ou compram lotes abandonados. Os colonos iniciais foram primeiro suplantados nos lotes na beira da estrada, tais como os de grandes áreas de pastagem na Figura 1.6, mas desde 1976 o processo progrediu também pelas estradas laterais. Agora virtualmente não existem lotes abandonados sobrando daqueles cujos direitos de posse reverteram para o INCRA, embora alguns lotes sejam sempre mantidos por especuladores que não trabalham a terra. Os colonos recém-chegados têm maiores recursos de capital do que os colonos iniciais e demonstram diferentes padrões de comportamento na alocação do uso da terra.

(Fig. 1-5)
(Legenda da Fig. 1-5)

Fig. 1.5. Roças típicas de arroz em terra recém desmatada (Gleba 18, Lote 24, 1974).

(Fig. 1-6)
(Legenda da Fig. 1-6)

Fig. 1.6. Vista típica da rodovia Transamazônica mostrando os lotes na beira da estrada comprados por colonos recém-chegados para o plantio de pastagem (Gleba 20, Lote 1, 1975).

A agricultura usada pelos colonos da rodovia Transamazônica cai em um ciclo anual de acordo com as estações secas e úmidas. O ano agrícola é melhor conceituado como iniciando em 1 de julho e terminando em 30 de junho. O ano começa durante a estação seca com a broca da floresta virgem,

ou seja, com a remoção dos componentes do sub-bosque e cipós em preparação para a derrubada. A derrubada das árvores grandes começa depois que a broca é completada e normalmente dura de agosto até cerca de outubro, embora as vezes possa durar até janeiro. A vegetação secundária pode ser cortada mais tarde do que a floresta virgem e ainda ser queimada antes que a chuva torne a queima impossível. Diferentemente da monção da Ásia, a estação chuvosa na área começa gradualmente com um pouco mais de chuva caindo cada semana até que chega a época "das águas".

Depois da derrubada ou do corte da vegetação secundária a vegetação é deixada para secar de duas a oito semanas. A queima pode ser feita em um só dia se o tempo e oportunidade forem favoráveis, mas pode se estender durante semanas e até meses se o colono estiver tentando queimar durante pequenos intervalos secos em um ano úmido (como foi o caso em 1973), ou se a queima foi deixada até muito tarde em um ano "normal".

Em seguida à queimada freqüentemente é deixada na roça uma grande quantidade de material não queimado. Se a queima foi muito pobre, o colono simplesmente abandona a roça naquele ano; ou ele faz a coivara, isto é, o empilhamento da vegetação não queimada em montes para uma segunda queima. A quantidade do esforço despendido nessa tarefa extremamente laboriosa varia com o tempo que falta até que a chuva comece, a qualidade da queima e com a cultura a ser plantada em seguida. As roças de arroz são normalmente as mais bem limpas, seguidas pelas de mandioca e então as roças de milho.[8] Não se faz nenhuma coivara nas derrubadas utilizadas para plantio direto de pastos, inclusive as roças queimadas pobres demais para qualquer outra cultura. As práticas subseqüentes de plantio, roçagem e colheita dependem das culturas individuais a serem plantadas.

USO DA TERRA NA AMAZÔNIA

Pequenos agricultores, tanto dentro como fora dos projetos planejados de colonização, estão sendo substituídos por outros tipos de família e empresas incorporadas. Outras áreas estão sendo diretamente colonizadas por grandes empresas empenhadas na pecuária bovina, agricultura de plantação e exploração da floresta.

Pecuária

A pecuária bovina tem sido a forma de uso da terra mais disseminado na Amazônia brasileira, alterando rapidamente a paisagem das partes acessíveis da região. Grandes empresas de pecuária bovina foram estabelecidas ao longo da rodovia Belém-Brasília e estradas vicinais associadas no leste e sul do Pará e nas partes Amazônicas dos Estados do Maranhão, Goiás e Mato Grosso. Elas incluem Liquigás (678.000 ha), Volkswagen

(139.000 ha), Armour-Swift/Brascan/King Ranch (72.000 ha) e muitos outros grandes investidores incorporados (ver Goodland, 1980a,b; Myers, 1980a,b). Empresas um tanto menores, normalmente com propriedades menores do que 10.000 ha predominam em outras regiões em rápido desmatamento como Acre, Rondônia e Pará central, embora algumas propriedades nessas áreas sejam muito maiores.

Muito da área da floresta úmida de terra firme convertida em pastagem tornou-se degradada ou invadida por vegetação secundária. Os cálculos da extensão da degradação do pasto variam amplamente (Tabela 1.4). A maioria dos pastos de terra firme ficaram sufocados pela vegetação lenhosa depois de cinco a sete anos (Fearnside, 1979a; Santos et al., 1980; Toledo & Serrão, 1982). Capim colonião (Panicum maximum), que ocupa 85% da área de terra firme plantada em pasto (Serrão & Falesi, 1977: 54), é particularmente vulnerável a invasão devido ao seu hábito de crescer em touceiras e de multiplicação pobre por sementes. A compactação do solo e o declínio dos níveis do fósforo retardam o crescimento do pasto. A qualidade dos pastos na rodovia Transamazônica declinou visivelmente durante o período de 1973-1985. O sobre-pastoreio, que era raro previamente, tornou-se comum desde cerca de 1981.

(Tabela 1-4)

TABELA 1.4. ESTIMATIVAS DA EXTENSÃO DA DEGRADAÇÃO DA PASTAGEM NA AMAZÔNIA

PORCENTAGEM DA ÁREA DE PASTAGEM DEGRADADA	DATA DA ESTIMATIVA	LOCAL	MÉTODO	REFERÊNCIA
17	1979	REGIÃO AMAZÔNICA	NÃO DECLARADO[a]	SERRÃO, 1979
20	1978	AMAZÔNIA BRASILEIRA	NÃO DECLARADO[a]	SERRÃO *ET AL.*, 1979: 202
17 - 24	1980	BACIA AMAZÔNICA	"RELATORIOS NÃO OFICIAIS... DE OFICIAIS E FAZENDEIROS DE PECUÁRIA"	TOLEDO & SERRÃO, 1979: 292
44	1975- 1976	BARRA DO GARÇAS E LUCIARA, MATO GROSSO	LANDSAT	TARDIN *ET AL.*, 1978: 24
50 +	1980	PARAGOMINAS, PARÁ	NÃO DECLARADO[a]	HECHT, 1981: 83
54	1977 - 1978	PARAGOMINAS, PARÁ	LANDSAT	SANTOS *ET AL.*, 1979: 100

a) Provavelmente baseado em impressões informais a partir de observações terrestres durante viagens pela região.

Além dos pastos plantados, a maior parte dos 15 milhões de hectares de campos "naturais" de terra firme e os 1,5 milhões de hectares de campos de várzea da região são usados para gado. A maioria das áreas de campos "naturais" são encontrados nos Territórios Federais de Roraima e Amapá e na área de Humaitá na parte sul do Estado do Amazonas, enquanto que os campos da várzea periodicamente inundada estão ao longo dos rios Amazonas e Solimões e nas áreas costeiras do "mar doce" perto de Belém.

A corrida para estabelecer fazendas de pecuária na Amazônia brasileira tem sido acelerada pelos estímulos generosos do governo na forma de incentivos fiscais e empréstimos com taxas de juros negativas em termos reais (depois de se considerar a inflação) (ver Bunker, 1980a; Fearnside, 1979b, 1983a). Os empréstimos concedidos pelo Banco da Amazônia, S.A. (BASA) depois da aprovação do projeto pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) submetem-se a ajustes para a inflação a taxas oficiais, invariavelmente mais baixas do que a inflação real. Os empréstimos têm períodos de carência de dois anos antes de começarem os pagamentos; o prazo original de pagamento de sete anos foi reduzido para cinco anos para os empréstimos mais recentes. Parte do imposto devido ou sobre a renda obtida em outros lugares do Brasil pelas companhias encarregadas dos projetos pode ser aplicada na capitalização de empresas de pecuária. Um programa adicional provê subsídios diretos aos projetos aprovados. Os incentivos fiscais e outros subsídios são responsáveis por 72% das verbas aplicadas em fazendas de pecuária na Amazônia em 1977 (Kohlhepp, 1980: 71). Em 1979 o governo declarou uma moratória sobre a aprovação da SUDAM dos incentivos fiscais para novos projetos de pecuária nas partes da Amazônia classificadas como floresta alta, embora os incentivos para projetos já em andamento ainda continuem. As partes da Amazônia Legal com vegetação de cerrado, bem como uma grande área classificada como floresta de "transição", continuam a receber incentivos para novos projetos.

Entre 1967 e 1978 a SUDAM aprovou 335 projetos de pecuária na Amazônia Legal, cobrindo uma área de 7.887.169 ha (Almeida, 1978: 28). Os incentivos fiscais, enquanto importantes, não são as únicas forças que impulsionam o desmatamento para fazendas de pecuária. Um levantamento de 445.843 ha desmatados em floresta úmida (Tardin et al., 1978: 19) indicou que quase a metade foi derrubada sem o uso de incentivos fiscais.

Especulação da Terra

A valorização dos preços da terra fornece um incentivo adicional poderoso para o ímpeto para a pastagem, motivando

investidores a empreenderem operações de pecuária na Amazônia apesar das pobres perspectivas agronômicas. As próprias operações de pecuária produzem uma quantia minguada de carne, e existe poucas razões para se supor que a produção possa ser economicamente sustentável durante um período extenso. Uma inspeção feita pela SUDAM de doze grandes fazendas no Pará encontrou lucros líquidos anuais de somente cerca de US$ 3/ha depois de dez anos, e menos do que US$ 6/ha depois de vinte anos (Serete S.A. Engenharia & Brasil, Ministério do Interior, SUDAM, 1972: 13-23). Muitas fazendas vistoriadas estavam trabalhando com prejuízo.

O tamanho das fazendas tem um efeito destacado no valor da terra, que é influenciado por imposições variadas de leis e políticas governamentais conflitantes em diferentes partes da Amazônia. Em Rondônia, o INCRA impôs a política governamental de não distribuir terras devolutas em parcelas maiores do que 2.000 ha cada.[9]

Os grandes pecuaristas conseqüentemente têm preferido Mato Grosso e Acre, onde essa lei não tem sido imposta. Esta política resultou em valores da terra no Acre seis vezes mais alto do que os de Rondônia, de acordo com um relatório (Théry, 1976: 96). A SUDAM confirmou sua preferência por projetos de grandes pecuaristas requerendo um mínimo de 25.000 ha para qualificação para incentivos (Cardoso & Müller, 1978: 162).

O aumento do valor da terra pode tornar até uma operação marginal de pecuária altamente lucrativa a longo prazo, desde que o título de propriedade possa ser obtido e mantido. A qualificação para um pedaço de papel com algumas assinaturas e carimbos pode assim acrescentar muito mais ao valor da propriedade do que a produção de carne de boi. Desmatar e plantar pasto é uma maneira de manter a posse da terra e se qualificar para o título definitivo.

Os especuladores têm freqüentemente optado pela pecuária bovina por causa de seu baixo custo por hectare para implantação em comparação com outros usos. Os aumentos dos preços de terras de pastagem são espetaculares sob qualquer padrão. No Mato Grosso Amazônico, os preços reais de terras de pastagem (depois de descontar a inflação) subiram à taxa anual de 38% durante o período de 1970-1975 (Mahar, 1979: 124). Esses lucros poderiam ter sido realizados sem nenhuma produção agrícola de qualquer espécie. Ainda mais, o valor da revenda da terra tem a tendência de se destacar do valor teórico da terra em termos de produção futura prevista (Found, 1971: 24), até o extremo de ser considerada como uma mercadoria como ouro em barras ou selos raros, cujo valor não vem de sua utilidade real como um insumo de produção. Sem dúvida, a continuidade da produção desses pastos é altamente improvável (Fearnside, 1979a, 1980b; Hecht, 1981). A raiz da motivação para leiloar o preço da terra muito acima do valor para produção é sem dúvida o desejo de se abrigar da astronômica inflação brasileira. A recente especulação das

terras de pastagens na Amazônia poderia ser considerada entre os investimentos mais lucrativos do planeta, dando aos especuladores um motivo poderoso para a rápida ocupação e implantação de pastos.

Plantações de Culturas Perenes

Trechos monoespecíficos de várias culturas estão se tornando cada vez mais importantes no desenvolvimento da terra firme da Amazônia. As áreas atuais são pequenas em comparação tanto com a área total da Amazônia quanto com a terra que está sendo convertida em pastagem, mas os planos para expansão continuam. A capacidade limitada dos mercados mundiais para absorver grandes aumentos na produção garante que as áreas de culturas perenes continuarão sendo pequenas em relação com o total.

Seringueira é uma prioridade importante, embora o custo de produção da borracha natural é maior na Amazônia do que na sudeste da Ásia divido à presença do fungo Microcyclus ulei. O Brasil, anteriormente a maior fonte de borracha do mundo, foi obrigado a importar 47% de sua necessidade de borracha natural em 1982 (A Crítica, 24 de setembro de 1982: 7). A seringueira é promovida sob um programa chamado PROBOR, bem como através de incentivos fiscais da SUDAM. Em 1979, 15.000 ha dos 19.000 ha de seringueira plantadas sob o PROBOR foram considerados satisfatórios, com a meta para o programa estabelecida em 40.000 ha (Morais, 1979). O órgão especial para seringueira, SUDHEVEA, foi extinta em 1986. Com a liberação dos recursos financeiros do PROBOR atrasado em quatro meses, seringueiros trabalhando em projetos financiados pelo programa entraram em greve em janeiro de 1987 (A Crítica, 27 de janeiro de 1987: 3). O custo de subvencionar a produção de borracha na Amazônia frente a competição do produto mais barato da Ásia pode explicar a prioridade reduzida indicado pelos poucos recursos aplicados no setor em anos recentes.

As plantações de cacau (Theobroma cacao) são financiadas tanto para pequenos agricultores em alguns dos projetos de colonização planejada da rodovia Transamazônica e em Rondônia, como para proprietários maiores em áreas vizinhas onde têm sido vendidas parcelas de 500-2.000 ha através de licitação. Um plano do governo empreendido pela CEPLAC (o órgão para a promoção e pesquisa do cacau) visa o financiamento de 200.000 ha de cacau na Amazônia durante um período de quinze anos (Alvim, 1977a: 350). Em Rondônia, calcula-se que a área do cacau cresceu de 17.528 ha em 1978 para 33.528 ha em 1980 (Brasil, CEPA-RO, 1980: quadra 20). O preço do mercado mundial para o cacau tem caído em termos reais desde 1977, uma tendência que o Banco Mundial prevê que vai continuar até 1990 (Skillings & Tcheyan, 1979; IBRD, 1981). Pode-se esperar portanto que a expansão futura seja nitidamente retardada.

A pimenta-do-reino (Piper nigrum) tem sido plantada sem

ajuda do governo em muitas áreas do Pará e do Amazonas. Mais recentemente, tem sido disponíveis financiamentos do governo para pimenta-do-reino, a maioria para os colonos na área da rodovia Transamazônica. A terra sob pimenta-do-reino no Pará aumentou de 5.674 ha em 1973 para 8.197 ha em 1976 (Homma & Miranda Filho, 1979: 18). Uma doença fúngica (Fusarium solani f. piperi) forçou o abandono de plantações mais velhas e provocou a migração dos agricultores para novas localidades (Fearnside, 1980b).

O dendê (Elaeis spp.) pode se tornar mais disseminado como cultura de plantação nos próximos anos. Em 1981 uma firma francesa começou uma plantação em escala comercial perto de Tefé, no Estado do Amazonas, mas em escala menor do que os 33.000 ha inicialmente previstos (Almeida, 1977). Nesse meio tempo, uma plantação experimental do Institute de Recherche pour les Huilles et Oleaginneaux (IRHO), da França, plantou 1.500 ha perto de Belém até 1977, com planos de expansão com 3.500 ha adicionais (Almeida, 1978: 31). Esse trabalho experimental levou a uma empresa comercial, Dendê do Pará S/A (DENPASA), com 2.500 ha em produção em 1979 (Muller, 1979). Uma doença fúngica proveniente de Suriname começou matando grande número de árvores de dendê na área de Belém em 1987.

O Guaraná (Paullinia cupana), uma trepadeira lenhosa da família sapindácea usada em refrigerantes, é uma planta nativa cultivada em plantações relativamente pequenas. É especialmente comum em áreas do Estado do Amazonas perto de Manaus e entre Manaus e Manacapuru. Os incentivos da SUDAM tem sido aprovados para usinas de beneficiamento (Almeida, 1978: 31). Os planos do governo para o financiamento da extensão de cultura do guaraná em outras áreas, inclusive na rodovia Transamazônica, até agora têm permanecido no papel.

As plantações de café tem sido financiadas em Rondônia para os colonos com lotes de 100 ha em projetos de colonização planejada. A área sob café em Rondônia está aumentando rapidamente, calculando-se um salto de 20.091 ha em 1978 para 32.638 em 1980, com a área já em produção crescendo de 6.630 ha para 19.567 ha no mesmo período (Brasil, CEPA-RO, 1980: Quadra 18). Um número muito menor de colonos plantou café na área de Altamira na rodovia Transamazônica no Pará. Como no caso do cacau e outras culturas perenes, pode-se esperar que a capacidade limitada dos mercados mundiais de absorver qualquer grande aumento das quantidades do produto diminuam a expansão das áreas plantadas muito antes que qualquer parte significativa da vasta área dessa região seja convertida para essas culturas.

PLANTAÇÕES SILVICULTURAIS

As plantações silviculturais têm aumentado na Amazônia e têm sido encorajadas como uma forma apropriada de desenvolvimento para a região (Alvim, 1977a,b; 1978a,b,c). As

plantações podem suprir as necessidades de madeira e papel do país a partir de uma área muito menor do que seria o caso se se fosse usar a floresta natural. Elas poderiam ter um efeito importante sobre a redução da pressão da derrubada da floresta se forem instaladas em áreas previamente desmatadas.

Espécies de madeira de lei têm sido até agora plantadas somente em escala experimental, mas espécies de crescimento rápido para celulose, compensado e madeira serrada têm sido plantadas em um número crescente em plantações comerciais. ICOMI, uma operação de mineração de manganês na qual a Bethlehem Steel tem uma participação de 49%, plantou 30.000 ha de pinheiro do Caribe (Pinus caribaea) no Território Federal de Amapá. A Georgia Pacific plantou 3.000 ha de Pinus caribaea nos 500.000 ha de sua propriedade perto de Portel, no Estado do Pará.

Mais conhecidas são as plantações da Companhia Florestal Monte Dourado, S.A (inicialmente Jari Florestal e Agropecuária, Ltda.), mais chamada simplesmente de "Jari". A Jari, uma propriedade que declara 1,6 milhões de hectares, foi inicialmente desenvolvida pelo magnata armador Daniel K. Ludwig. Em 1982, foi vendido uma participação de controle sobre os projetos de mineração e silvicultura da propriedade para um grupo de firmas brasileiras, perfazendo agora o número de vinte e três. A propriedade se localiza nas duas margens do rio Jari, a afluente do baixo Amazonas que forma os limites entre Pará e Amapá. As primeiras plantações foram instaladas em 1969, e até fevereiro de 1986 a propriedade tinha 75.200 ha de plantações silviculturais manejadas e 3.368 ha classificadas como abandonadas. Gmelina arborea, a espécie que foi inicialmente projetada para ser a única espécie, cresceu pobremente nos solos arenosos que ocupam grande parte da propriedade, levando a administração a converter algumas áreas para Pinus caribaea e mais tarde para espécies de Eucalyptus.

Gmelina arborea é uma árvore de origem asiática conhecida pelo rápido crescimento (Palmer, 1973). A Gmelina na Jari foi atacada por insetos e doenças (Fearnside & Rankin, 1979, 1980). Em 1974 larvas de lepidóptera não identificada desfolharam rapidamente 300 ha de Gmelina. Outras erupções subseqüentes até agora têm se restringido a áreas menores, mas esta e outras pragas continuam a infestar as plantações cada ano. Um fungo (Ceratocystis fibriata) apareceu nas plantações de Gmelina desde 1976 (Muchovej et al., 1978). Cancros do tronco causado por esse fungo provocam a morte das árvores. O controle químico do fungo é considerado atualmente impraticável e anti-econômico. A doença agora está inflingindo perdas severas, tanto pelo estrago direto sobre as árvores de Gmelina quanto indiretamente obrigando a Jari a adotar mudanças dispendiosas no manejo, tais como cortar as árvores em uma idade menor e substituir Gmelina pelo menos valioso Eucalyptus em alguns solos que poderiam ter produzido

Gmelina.

O Pinus caribaea var. hondurensis tem sido plantado em uma escala comercial na Jari desde 1973. A saúva (Atta spp.), a praga principal do Pinus, está agora controlada com pesticidas (Ribeiro & Woessner, 1978). Atta pode matar as mudas de Pinus de até dois anos de idade e reduzir o crescimento. As perdas de Pinus na Jari não são economicamente inaceitáveis quando comparadas com a taxa de crescimento durante o primeiro ciclo de colheita. A futura necessidade de fertilizantes e outros insumos, bem como a possibilidade de problemas biológicos mais severos, poderia mudar tais equilíbrios para essa e outras espécies da plantação.

O Eucalyptus deglupta, plantado em uma escala comercial na Jari entre 1979 e 1983, ocupou 14.471 ha em 1986. Esta espécie demonstrou, entre outros problemas, crescimento desigual e sensibilidade a seca. Outra espécies, E. urophylla e o híbrido E. urograndis têm se saído melhor nesses aspectos do que o E. deglupta. Estas têm sido plantadas em escala comercial desde 1982 e 1984, respectivamente, alcançando 14.433 ha até 1986.

Os planejadores no Brasil sugeriram que o projeto Jari seja copiado em larga escala em outras partes da Bacia Amazônica. Paulo de Tarso Alvim (1978c), uma voz influente no planejamento do desenvolvimento na Amazônia, acredita que os resultados obtidos na Jari "demonstram claramente o enorme potencial da silvicultura comercial na Amazônia". Outros sugeriram que a Jari representa "um experimento" que irá fornecer um modelo de desenvolvimento uma vez que produza lucros. Existe ampla razão para se duvidar da sabedoria de aplicar a Jari como um modelo para desenvolvimentos em larga escala em outras partes da Amazônia (Fearnside & Rankin, 1979, 1980, 1982, 1984, 1985).

Os problemas biológicos diversos e produções modestas de plantações silviculturais na Jari têm grande significância para os planos para plantios gigantescos de Eucalyptus no Programa Grande Carajás. Os planos para silvicultura na área de Grande Carajás começaram com o anuncio de vastas plantações de Eucalyptus (Fearnside & Rankin, 1982), o que depois diminuiu em subseqüentes versões do plano devido à falta de verbas (Fearnside, 1986d).

Agora a parte de silvicultura do plano está indo para frente às presas, com potencial para alcançar uma escala ainda maior que o plano original. Uma série de usinas de ferro-gusa seria montada na Amazônia Oriental para processar uma parte do minério de Carajás, local do maior depósito de minério de ferro de alto grau do mundo. Incentivos para oito usinas já foram aprovados (Brasil, Presidência da República, SEPLAN, Programa Grande Carajás, CODEBAR & SUDAM, 1986), e um total de 20 usinas são planejadas (Francisco Sales Batista Ferreira, comunicação pessoal, 1986). Baseado nas produções de

Eucalyptus obtidas na Jari, seria necessária para suprir carvão vegetal a estas 20 usinas, mais quatro outras indústrias planejadas ou começadas, uma plantação de 711.152 ha, ou quase dez vezes a área das plantações silviculturais manejadas na Jari (Fearnside, 1988).

CAPÍTULO 2: A FLORESTA ÚMIDA TROPICAL COMO UM ECOSSISTEMA

Um sistema ecológico é um conjunto identificável de componentes bióticos (vivos) e abióticos (não vivos) que se interagem. A floresta úmida tropical é um sistema ecológico, ou ecossistema, particularmente frágil e complexo composto de espécies altamente diversificadas de plantas e animais. A medida em que esse ambiente pode suportar a ocupação humana requer uma compreensão desses aspectos ecológicos.

ASPECTOS ECOLÓGICOS

VEGETAÇÃO

A vegetação da Amazônia está dividida em tipos diferentes, cada um com problemas agrícolas e potenciais específicos (Tabela 2.1). O tipo de floresta mais comum na Amazônia brasileira é a floresta de terra firme, que compreende 70% dos 4,99 milhões de quilômetros quadrados da área total da Amazônia Legal brasileira, ou 94% dos 3,70 milhões de quilômetros quadrados que é a Amazônia fitogeograficamente, ou "hiléia". A arrancada recente para a colonização concentrou-se nas florestas de terra firme. A várzea, um tipo de vegetação periodicamente inundada na maioria de campo, tem um potencial agrícola muito mais alto do que os tipos de terra firme, porque a fertilidade do solo da várzea é renovada periodicamente pelo sedimento depositado. A maioria da várzea é inundada anualmente pela subida sazonal do nível da água do rio, embora exista uma pequena quantidade de várzea em áreas costeiras inundadas diariamente por água doce que sobe com as marés oceânicas. A várzea ocorre ao longo dos rios de "água branca" carregados de sedimento como o Solimões. O Igapó é um tipo de vegetação inundada que ocorre ao longo dos rios de "água preta" pobres de nutrientes, como o rio Negro. Infelizmente, os mapas e as discussões sobre a Amazônia freqüentemente englobam igapó com várzea, apesar das grandes diferenças de solo, vegetação e potencial agrícola.

(Tabela 2-1)

TABELA 2.1. PRINCIPAIS ZONAS ECOLÓGICAS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Zona	Descrição	Tipo de Vegetação	Area (km^2)	% da Amazônia Legal	Principais Locais	Referência
Terra firme	terra não inunda	(total)	(3.487.000)	(69,88)	maioria da hiléia	Pires, 1973
		floresta densa	3.063.000[a]	61,39	maioria da hiléia	Braga, 1979
		floresta de cipó	100.000	2,00	Xingu Tapajós	Pires, 1973
		floresta de bambu	85.000	1,70	Acre, Rondônia, S. Amazonas	Braga, 1979
		floresta de encosta	10.000	0,20	limite NO da Amazônia	Pires, 1973 Braga, 1979
		floresta seca de transição	15.000	0,30	limite sul da Amazônia especialmente S. do Pará	Pires, 1973 Braga, 1979
		campo	150.000	3,01	Roraima, Amapá, Humaitá, Marajá, Trombetas	Pires, 1973

		campina	34.000	0,68	Rio Negro	Pires, 1973
		campinarana	30.000	0,60	Rio Negro	Pires, 1973
Várzea	planí-cie inundada	(total)	(70.000)	(1,40)	margens dos rios Amazonas e afluentes, especialmente acima de Parintins	
		floresta	55.000	1,10		Pires, 1973
		campo	15.000	0,30	Baixo Amazonas; mistura-se com a floresta de várzea	Pires, 1973
Igapó	floresta inundada de água preta	floresta inundada de igapó	15.000	0,30	Rio Negro e afluentes	Pires, 1973
Outros		(total)	(128.000)	(2,56)		
	costeira	mangues	1.000	0,02	Pará, Amapá	Pires, 1973 Braga, 1979
		restinga	1.000	0,02	Pará	Pires, 1973 Braga, 1979
	montanha	vegetação serrana baixa	26.000	0,52	Roraima	Pires, 1973 Braga, 1979
	outros tipos e superfícies		100.000	2,00		Pires, 1973

	de água					
Total da Hiléia Brasileira			(3.700.000)	(74,14)		Pires, 1973
Partes da Amazônia Legal fitogeograficamente não Amazônicas	Platô Central Brasileiro	cerrado	(1.290.520)	(25,86)	Maranhão, Tocantins, S. Pará, Mato Grosso	
Total da Amazônia Legal			(4.990.570)[b]	(100,00)		de Almeida, 1977

[a]Outros cálculos da área de floresta densa: 3.048.000 km^2 (Pires, 1973: 182); 2.800.000 km^2 (Reis, 1978: 4).

[b]O valor para a área da Amazônia Legal que foi usado nos estudos de vegetação difere levemente tanto do valor de 4.975.527 km^2 usado pelo INPE em estudos de LANDSAT (Tardin et al., 1980: 11) quanto do valor usado pelo IBGE de 5.005.425 km^2 (Tabela 2.1). Parte da diferença é devido aos 27.138 km^2 de superfícies de água (Brasil, IBGE, 1982: 28), e à mudança no limite sul da região (ver Capítulo 1, nota 1).

SOLOS

A qualidade do solo afeta diretamente qualquer empreendimento agrícola. A ilusão que enganou tanto os exploradores iniciais como os colonizadores recentes de que as grandes árvores da floresta úmida indicam solo excepcionalmente rico é rapidamente desfeita por qualquer um que se dispuser ao cultivo na maioria dos solos da Amazônia. Quase todos os solos de terra firme são de origem geológica muito antiga, e muitos nutrientes essenciais para as plantas foram lixiviados (Bennema, 1975; Camargo & Falesi, 1975; Falesi, 1967, 1972a,b, 1974a; Irion, 1978; Sombroek, 1966; Van Wambeke, 1978; Verdade, 1974). Com raras exceções, os solos são extremamente ácidos. O fósforo é um elemento especialmente escasso nesses solos, um fato que é agravado por uma infeliz sinergia com o pH baixo, que reduz ainda mais a disponibilidade do fósforo para as plantas. Sobre tudo, os tipos de solos mais importantes na terra firme da Amazônia brasileira, especificamente a área atravessada pela rodovia Transamazônica, entre Estreito e Itaituba, são caracterizados pela qualidade do solo altamente variável, normalmente com baixo conteúdo de nutrientes e baixo pH (Tabela 2.2).

(Tabela 2-2)

TABELA 2.2. PRINCIPAIS TIPOS DE SOLO NAS ÁREAS DE COLONIZAÇÃO DA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA

TIPO DE SOLO	CLASSI-FICACAO da USDA(a)	% DO TRANS-ECTO(b)	POTENCIAL AGRÍCOLA	pH (EM H_2O)	Al^{+++} (meq/100g)	P_2O_5 (meq/100g)	K^+ (meq/100g)	Ca^{++} (meq/100g)	Mg^{++} (meq/100g)	Na^+ (meq/100g)	N (%)	C (%)	CEC(c) (meq/100g)	PROFUNDIDA-DE DA AMOS-TRA (cm)
Terra Roxa	Alfisol	9,6	bom	5,8	0,00	0,15	0,29	5,31	0,81	0,05	0,21	1,56	9,60	0 - 20
Latossolo Amarelo	Ultisol	18,2	pobre	3,9	1,56	0,22	0,03	0,04	0,06	0,03	0,13	1,24	8,85	0 - 30
Podzólico Vermelho-Amarelo(d)	Ultisol	38,6	pobre	4,1	2,89	0,21	0,06	0,10	0,09	0,05	0,11	1,09	6,77	0 - 20
Concrecio-nário Lateritico	Paleodulto Petrofer-rico	6,9	muito pobre	4,5	2,25	0,45	0,26	0,45	0,98	0,06	0,13	1,25	8,81	0 - 20
Areias Quartzose	Quartzi - psamment(e)	17,9	muito pobre	4,8	0,40	0,23	0,03	0,10	0,02	0,04	0,04	0,22	1,84	0 - 20
Outros	Outros(e)	8,8	pobre muito pobre	4,2	6,1	0,06	0,20	1,1	1,6	0,05	0,17	1,19	15,9	0 - 28

NOTAS: Esses solos são do 799 km da seção de 1.254 km da rodovia Transamazônica entre Estreito e Itaituba para os quais foram relatadas identificações de solo por Falesi (1972a). As três áreas de colonização na rodovia Transamazônica em Marabá, Altamira e Itaituba são todas dentro dessa área. A porcentagem de solo mais fértil (terra roxa) mostrada aqui é substancialmente mais do que existe no trecho Estreito-Itaituba como um todo, pois nenhum dos 455 km (36% da distância total) não relacionados são de terra roxa. A porcentagem de terra roxa na rodovia Transamazônica, como um todo,

é ainda mais baixa, pois nenhum do restante da rodovia (oeste de Itaituba) tem terra roxa (Brasil, EMBRAPA-IPEAN, 1974). Os 76,8 km de terra roxa relacionados representam 2,6% dos 3.000 km aproximadamente da rodovia Transamazônica na Amazônia.

A informação química do solo dada na tabela é para as camadas superficiais de perfis típicos. Os dados são das seguintes fontes: terra roxa, latossolo amarelo, podzólico vermelho-amarelo, concrecionário laterítico e areias quartzosas são de Falesi (1972a: 136, 69, 168, 99 e 108, respectivamente); dados para "outros" são de Brasil, DNPEA (1973a: 57).

(a) Estados Unidos, Department of Agriculture (1960); equivalentes da sétima aproximação da classificação são de Beinroth (1975); Sánchez (1976); e Brasil, RADAM (1978, Vol. 18: 271).

(b) Porcentagem dos 799 km relatados por Falesi (1972a). Em alguns casos onde foram relatados mais de um tipo de solo para um dado segmento da rodovia, o trecho é dividido em proporções iguais entre os tipos.

(c) Capacidade de troca catiônica (somatória de Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}, H^{+} e Al^{+++}).

(d) Levantamento por radar de prescruto lateral aerotransportado (Brasil, RADAM, 1974, Vol. 5) classifica várias áreas como latossolo amarelo, que são classificados como podzólico vermelho-amarelo por Falesi (1972a).

(e) A maioria das areias quartzosas (142,4 km ou 17,82% do transecto) são areias vermelhas e amarelo distróficas. Uma pequena área (0,4 km, ou 0,05% do transecto) é areia branca Regosol.

(f) Brunizem 2,4 km, ou 0,30%; cambisol (Inceptisol) 30,9 km, ou 3,87%; grumosol (Vertisol) 7,0 km, ou 0,88%; glei pouco úmido (tropaquept) 10,7 km, ou 1,34%; solos hidromórficos 18,0 km, ou 2,25%; solos aluviais, 1,0 km, ou 0,13%.

Nem todos os solos de terra firme são uniformemente pobres. Na rodovia Transamazônica existem muitos trechos limitados de terra roxa (ALFISOL) a oeste de Altamira. Durante os primeiros dias da colonização nessa área, foi dada muita ênfase na fertilidade mais alta desse solo. A avaliação de Falesi de que "esses solos podem ser cultivados continuamente durante dez anos, e as colheitas sempre compensam o agricultor" (1974b: 2.7) é um tanto otimista, pois as colheitas declinam depois de alguns anos em terra roxa, como nos outros tipos de solos, e tem ocorrido fracassos nas culturas por várias razões. A terra roxa apresenta um pH muito mais favorável do que os outros tipos de solo, tendo freqüentemente valores de 6,0 ou mais sob floresta virgem, em comparação com os valores de pH de 3,8-4,5 para os tipos de solos mais comuns. O fósforo, como nos outros tipos de solo é, infelizmente, muito mais baixo do que as necessidades das plantas. Não é incomum encontrar níveis de fósforo total em terra roxa de menos que uma parte por milhão, ou um décimo do nível considerado adequado para a maioria das culturas. A terra roxa é de qualquer maneira muito melhor do que outros tipos de solo na terra firme Amazônica, com a única exceção dos pequenos trechos espalhados de solo preto antropogênico nos lugares dos antigos acampamentos dos índios (terra preta do índio), limitado demais para afetar significativamente a colonização. Infelizmente, existe muito pouca terra roxa na Amazônia, e as estimativas da quantidade vem diminuindo de maneira regular à medida em que a Amazônia vai se tornando melhor conhecida.[1] A maioria de cifras recentes (e.g. Falesi, 1974b: 2.8) calculam a área de terra roxa em somente cerca de um quinto de um porcento da área da Amazônia Legal. A extensão muito limitada desses solos relativamente férteis, torna a exploração agrícola das vastas terras firmes da Amazônia uma iniciativa arriscada e pouco prometedora.

PLANTAS E CICLO DE NUTRIENTES

As árvores da floresta úmida tropical possuem uma miríade de aspectos que minimizam as limitações da fertilidade pobre do solo. A vasta maioria dos nutrientes no ecossistema está ligada à própria vegetação, mais do que ao solo (Fittkau & Klinge, 1973). Mecanismos de ciclagem de nutrientes muito fechados resultam em uma perda mínima desses sistemas virtualmente fechados. Esses mecanismos incluem ciclagem direta dos nutrientes pelas plantas em associação com fungos micorriza (Stark, 1970, 1971, 1972; Went & Stark, 1968). Uma proporção razoavelmente grande de árvores são leguminosas, muitas com bactéria fixadora de nitrogênio Rhizobium em nódulos das raízes. A fauna do solo e comunidades de folhiço são grandes e diversas, garantindo uma reciclagem rápida dos nutrientes das folhas, galhos ou animais mortos. A floresta é tão eficiente para captar nutrientes que no rio Negro são

encontrados muitos nutrientes em concentrações mais altas na água da chuva que entra no sistema do que nos rios que o deixam (Herrera et al., 1978).

O ciclo fechado dos nutrientes da floresta úmida está em contraste marcante com a maioria dos sistemas agrícolas, os quais são projetados para exportar os nutrientes aos produtos colhidos. Esses sistemas geralmente também perdem quantidades maciças de nutrientes através da lixiviação e erosão, especialmente com a chuva torrencial na Amazônia. A necessidade de projetar e promover agro-ecossistemas que minimizem essas perdas é urgente.

DIVERSIDADE DE ESPÉCIES

Alta diversidade de espécies, tanto em termos de números (riqueza de espécies) e regularidade de densidades (abundância de espécies), é geralmente característica das florestas úmidas tropicais (Richards, 1964). De grande importância para a agricultura é a proteção que essa diversidade oferece contra o surgimento de pragas e doenças. A distância que separa os membros da mesma espécie na floresta natural ajuda a isolá-los do ataque por pragas, um fato que Janzen (1970a) oferece como uma explicação para essa diversidade extraordinária (para outras teorias, ver Pianka, 1966, 1974).

A dependência sobre uma agricultura monocultural em áreas de floresta úmida tropical acarreta riscos especiais por essa e outras razões (Janzen, 1973a). O exemplo clássico é a plantação de seringueiras da Fordlândia. As seringueiras, que sobrevivem a baixos níveis de ataque de doenças na sua floresta Amazônica nativa, foram atacadas por uma erupção devastadora do fungo do mal das folhas Microcyclus ulei (sin: Dothidella ulei) quando foram plantadas em uma monocultura (Gonçalves, 1970: 11; Sioli, 1973). A diversidade das árvores na floresta úmida tropical e a dispersão resultante dos membros de cada espécie inibem a disseminação de pragas e doenças especializadas.

A diversidade é particularmente importante nos trópicos, onde os problemas de doenças e de pragas são muito maiores do que em regiões temperadas. A alta umidade e temperatura dos trópicos e a ausência de um inverno frio são ideais para muitos organismos de doenças de culturas (Janzen, 1970b, 1973a). Uma estação seca prolongada pode ter alguns dos efeitos do inverno redutores de pragas, mas, de maneira, nenhuma diminui os ataques de pragas nos trópicos até o nível desses problemas nas zonas temperadas.

SAZONALIDADE

A chuva na maioria das regiões da Amazônia varia sazonalmente e entre os anos. Durante as estações secas, o solo nos campos abertos de agricultura podem se tornar tão secos e estiolados quanto em regiões áridas ou semi-áridas, limitando o potencial agrícola. A impredictabilidade de

exatamente quando e por quanto tempo cada estiagem vai durar causa o fracasso de muitas culturas. No caso da cultura do feijão na rodovia Transamazônica, o momento oportuno do plantio é um problema delicado: se se planta muito antes que a chuva pare, o feijão (Phaseolus vulgaris) será atacado por um fungo (Rhizoctonia microsclerotia sin: Thanatephorus cucumeris).

PROBLEMAS AMBIENTAIS DO USO DA FLORESTA ÚMIDA

O uso da floresta úmida para agricultura, normalmente envolvendo desmatamento, altera radicalmente as características ecológicas tais como a vegetação, solos, ciclos de nutrientes e diversidade de espécies. Padrões míopes de uso da floresta úmida têm levantado preocupações amplamente compartilhadas. É importante examinar algumas dessas preocupações, incluindo alguns desses equívocos populares a respeito das conseqüências ambientais, para que se possa avaliar a agricultura pioneira em termos de seu custo ambiental e chances de sustentabilidade a longo prazo.

Ecossistemas naturais altamente diversificados, tais como a floresta úmida tropical, são fortemente afetados por perturbações. Compare, por exemplo, a dificuldade de uma floresta úmida em retornar à sua composição original em seguida à derrubada e queimada, com aquela de um trecho de vegetação secundária de Cecropia na mesma área. Faltam aos trechos de vegetação secundária a diversidade e a complexa teia de relacionamentos co-evoluídos da floresta úmida madura. Essas diferenças, bem como suas implicações para a fragilidade, podem ser perdidas por observadores impressionados com a formação rápida de vegetação secundária tropical. O proprietário inicial do Jari, Daniel K. Ludwig, por exemplo, é citado em uma rara entrevista como contestando a classificação da floresta úmida como "um ecossistema surpreendentemente frágil" com a seguinte observação: "Diabo, eu gasto cinco milhões de dólares cada ano só para acabar com o mato que brota entre nossas árvores plantadas!" (McIntyre, 1980: 710).

OXIGÊNIO: UM ARGUMENTO RETÓRICO

A suposta ameaça ao suprimento mundial de oxigênio, pelo desmatamento tropical, é um dos mais infelizes equívocos relacionados ao uso da floresta úmida, especialmente no Brasil. Os níveis de oxigênio são na verdade bastante estáveis (Van Valen, 1971), e não são dependentes das florestas úmidas, as quais usam tanto oxigênio quanto produzem (Farnworth & Golley, 1974: 83-84). A idéia de que a floresta úmida Amazônica é responsável pelo suprimento de oxigênio do mundo ganhou uma força especial entre a imprensa popular no Brasil onde a Amazônia é chamada de "pulmão do mundo". Essa crença entrou em destaque depois que um periódico popular

brasileiro manteve uma entrevista telefônica transoceânica com Dr. Harald Sioli e mais tarde citou erradamente essa figura respeitada em pesquisa Amazônica (Sioli, 1980). Depois de expor o assunto do oxigênio como errôneo, é comum a insinuação de que todos os debates ligando desmatamento com mudanças de clima, incluindo questões importantes como regime de chuvas e dióxido de carbono, são "alarmistas" e não merecem atenção.

DIÓXIDO DE CARBONO: "EFEITO ESTUFA"

O dióxido de carbono (CO_2) desempenha um papel importante no equilíbrio que controla a temperatura do globo. O CO_2 é liberado quando os estoques de carbono, tais como florestas e combustíveis fósseis, são queimados. O dióxido de carbono atmosférico é tradicionalmente considerado a causa do "efeito estufa", onde a energia, em forma de raios visíveis e ultra-violetas provenientes do sol passa livremente através da atmosfera mas é incapaz de escapar quando re-irradiada na forma de radiação infravermelha.[2] Um aumento no dióxido de carbono resultaria no aquecimento do clima da terra, quando mais energia seria captada pela atmosfera. O dióxido de carbono aumentou linearmente de 1850 para 1960, mas desde então tem aumentado exponencialmente. Em 1978, níveis de CO_2 tinham aumentado somente 18% sobre os níveis de 1850, mas atualmente espera-se que terão dobrado até alguma data do próximo século.

A quantidade de aquecimento que resultaria da duplicação do dióxido de carbono atmosférico não é conhecida com certeza. Uma simulação prediz um aumento na temperatura do globo de 2° a 3° como resultado desse fato (Stuiver, 1978). Um comitê de especialistas da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos (NAS) calculou um efeito de $3^o \pm 1,5^oC$ (Estados Unidos, NAS, 1979, ver Wade, 1979).[3] A Academia avaliou que as tendências atuais levariam a dobrar os níveis de CO_2 de 1979 em 2030, com "poucas décadas" a mais necessárias para a saturação da capacidade dos oceanos profundos de absorverem o calor antes que ocorram altas incontroláveis de temperatura (Wade, 1979). Modelos de Manabe e Stouffer (1979), que incluem uma flutuação periódica da insolação e uma representação da geografia menos idealizada do que os modelos anteriores (Manabe & Wetherald, 1975) mostram um aquecimento médio de 2^oC, mas com assimetrias significativas regionais e sazonais. As diferenças regionais podem ter um grande efeito em potencial. Cálculos anteriores de um efeito duplicado nos pólos (Budyko, 1969) tem sido reinterpretados para produzirem o valor mais baixo de 25% acima do aquecimento global médio (Lian & Cess, 1977).

Usando a estimativa da Academia Nacional de Ciências dos E.U.A. de $3^oC \pm 1,5^oC$, a possibilidade de que um aquecimento médio de $1,5^oC$ possa resultar no derretimento das calotas polares tem preocupado diversos meteorologistas. As elevações desproporcionalmente maiores de temperatura nos pólos são especialmente preocupantes.

> De acordo com a maioria das pesquisas atuais, o lençol de gelo do Ártico pode apenas se manter sob as condições climáticas atuais. Assim, um aquecimento significativo adicional poderia causar uma completa transformação pela criação de um mar aberto no lugar do lençol de gelo ártico; um Oceano ártico aberto deveria causar o movimento drástico de todas as zonas climáticas varias centenas de quilômetros ao norte...O efeito de um tal deslocamento seria especialmente notável na faixa que atualmente tem um clima sub-tropical com chuvas de inverno (Califórnia, Mediterrâneo, Oriente Médio e Punjab), os quais se tornariam estepes áridas. (Flohn, 1974: 103).

A seca em muitas partes do globo seria acompanhada pelo aumento da chuva em algumas regiões atualmente secas (Revelle, 1982; Schware & Kellogg, 1982).

Existe alguma dúvida quanto à rapidez e magnitude da subida nos níveis do oceano que resultaria caso o gelo polar começasse a se derreter. A contribuição do gelo Antártico é particularmente incerta, porque muito disto é mal mapeado e fica abaixo do nível do mar (Thomas et al., 1979). É esperada uma elevação de 5 m nos níveis do oceano (E.U.A. CEQ/DS, 1980, ver Marshall, 1981); cálculos iniciais de uma elevação de 35 m (Goodland & Irwin, 1975a: 35) são provavelmente demais. A velocidade com que o derretimento do lençol de gelo da Antártica oeste poderia ocorrer é uma questão incerta, sendo que as estimativas variam de menos de 100 anos até vários séculos (Mercer, 1978; Thomas et al., 1979). Levantamentos recentes da opinião de peritos favorecem um prazo de séculos para a desagregação do gelo da Antártica, com os níveis do mar aumentando a uma taxa acelerada, porém menos catastrófica, de 70 cm por século (Kerr, 1983).

Embora sejam necessários dados mais detalhados e confiáveis, especialmente dos trópicos, antes que se tirem conclusões firmes sobre o futuro das temperaturas no mundo, a simples dúvida de que mudanças meteorológicas importantes e irreparáveis possam ocorrer deveria dar uma pausa nas intenções dos planejadores em promoverem o desmatamento maciço (Fearnside, 1985c,d, 1986e, 1987c).

****

DEBATE SOBRE O PROBLEMA MUNDIAL DO CARBONO

A previsão dos níveis futuros de CO_2 e seus efeitos é complicada por outros fatores climáticos que poderiam anular uma parte do aquecimento do globo, como já tem acontecido desde 1940. Uma das várias simulações existentes para modelar o clima do globo encontra o resultado do desmatamento, em média, como resfriamento do globo, principalmente devido ao aumento do albedo, ou refletividade, da terra desmatada em comparação com a floresta (Potter et al., 1975; ver também Sagan et al., 1979). A erupção de prognósticos contraditórios

não deveria obstruir o reconhecimento do delicado equilíbrio do qual esses processos dependem e a lamentável falta de dados confiáveis sobre alguns dos mais importantes parâmetros, especialmente nos trópicos. Além da falta de dados confiáveis sobre taxas de desmatamento, biomassa e depósitos de carbono não vivo tais como carvão vegetal, os modelos de clima têm-se mostrado particularmente sensíveis a tais parâmetros pobremente quantificados como níveis atmosféricos de CO_2 antes da revolução industrial (Björkström, 1979: 446-452) e a taxa da mistura das camadas oceânicas que servem de fossas para carbono (Björkström, 1979) e calor (Dickinson, 1981: 433).

Muito do aumento do dióxido de carbono resulta historicamente da queima de combustíveis fósseis. A biosfera foi destacada como fator chave por vários estudos (Bolin, 1977; Hobbie et al., 1984; Houghton et al., 1983; Woodwell, 1978; Woodwell et al., 1978, 1983). Oscilações sazonais grandes nos níveis de CO_2, especialmente em zonas temperadas, testemunham a importância da biosfera na manutenção desse equilíbrio delicado. Como calcula-se que as florestas úmidas tropicais contenham 41,5% do total mundial do carbono contido na massa de plantas, e as florestas tropicais sazonais outros 14,1% (calculados de dados de Whittaker & Likens, 1973: 358), o problema mundial do carbono poderia ser afetado pelo destino das florestas tropicais.

A queima incompleta da biomassa da floresta, parte substancial da qual fica como carvão vegetal, modera o efeito da queima da floresta (Crutzen et al., 1979). Na ausência de dados provenientes dos trópicos, Seiler & Crutzen (1980) usaram uma estimativa de biomassa não queimada baseada em observações na zona temperada em seguida a um incêndio de pinheiros ponderosa (Pinus ponderosa) para avaliar o tamanho da fossa de carbono mundial em carbono elementar remanescente em áreas queimadas. Essa fossa, calculada em 0,4-1,7 bilhão de toneladas juntamente com estimativas da taxa de desmatamento mais baixa do que as usadas por outros modeladores e mais uma fossa substancial em plantios de florestas, levaram Seiler & Crutzen (1980) a concluir que a biota da terra poderia estar perdendo ou ganhando 2 bilhões de toneladas de carbono por ano. Essa cifra é muito mais baixa do que as estimativas de perdas de 4-8 bilhões de toneladas por ano, calculadas por Woodwell et al. (1978). A causa básica de discrepâncias tão agudas é a natureza rudimentar dos dados disponíveis, especialmente sobre desmatamento tropical, biomassa e conteúdo de carbono da floresta, taxas de crescimento de vegetação secundária tropical e eficiência das queimadas. A pesquisa para preencher essas lacunas de conhecimento deveria ser de máxima prioridade, principalmente na Amazônia. Uma revisão dos estudos da biomassa na Amazônia brasileira chega a uma estimativa de 50,4 bilhões de toneladas de carbono em biomassa viva e morta da floresta (acima e abaixo do solo) mais 5,1 bilhões de toneladas de carbono nos 20 cm superiores do solo (Fearnside, 1987c). A conversão da área em pastagem liberaria um total de 49,7 bilhões de

toneladas de carbono à medida que a biomassa da vegetação declina para os 10,7 toneladas/ha de peso seco que caracterizam os pastos Amazônicos (= 2,6 bilhões de toneladas de carbono nos 5 x 10^6 km^2 da Amazônia Legal a um conteúdo de 0,475 de matéria seca e 0,45 de conteúdo de carbono), e à medida em que o carbono nos 20 cm superiores do solo da região cai para 3,14 bilhões de toneladas (usando-se 0,56 g/cm^3 de densidade do solo da floresta, conteúdo de 0,91% C sob floresta e conteúdo de 0,56% C sob pastagem: ver Fearnside, 1985d, 1986e, 1987c).

****

ÓXIDO NITROSO: ESGOTAMENTO DE OZÔNIO

A derrubada das florestas parece ser um dos contribuintes para o aumento global de óxido nitroso (N_2O) atmosférico. É sabido que este gás reage na estratosfera para produzir óxido nítrico (NO) o qual por sua vez serve como um catalizador para a quebra das moléculas de ozônio (O_3). A evidência para um efeito catalizador forte vem de observações da natureza (Fox et al., 1975), embora as taxas para essas reações sejam bem baixas (Ruderman et al., 1976: nota 6). A ozônio na estratosfera age como absorvente das radiações ultravioletas (UV) que chegam, protegendo a biosfera da intensa radiação UV.

A injeção de N_2O na estratosfera pelos aparelhos de transporte supersônicos (SST) propostos foi objeto de acalorados debates durante os meados dos anos 70. O efeito sobre esgotamento do ozônio causado por fluorocarbonos provenientes dos propulsores das embalagens com aerosóis e de refrigeradores tornaram-se um tema polêmico durante o mesmo período. Infelizmente, às vezes os efeitos negativos foram exagerados, fazendo com que muitos deixassem de se preocupar a respeito do esgotamento da ozônio nos anos seguintes. A perda do interesse público no ozônio estratosférico foi em parte o resultado da larga divulgação do resumo de um relatório elaborado pelo Programa de Avaliação do Impacto Climático (CIAP) do governo dos Estados Unidos, o qual "esconde as conclusões lógicas do estudo" (Donahue, 1975). A descrição minimizante dos efeitos identificados durante o curso do estudo original foi mais tarde amargamente denunciada pelos cientistas envolvidos (ver troca de cartas em Science 187: 1145-1146, 28 de março de 1975), mas não podia desfazer o efeito sobre a percepção pública derivada da ampla cobertura pela imprensa do "Resumo Executivo" do relatório do CIAP, (Groebecker et al., 1974). Ainda pior, as realidades do óxido nitroso e esgotamento do ozônio ainda estão conosco e com possibilidades de aumentar.

Pode-se esperar que o aumento de radiações de UV aumentem substancialmente a incidência do câncer de pele (carcinoma das células basais, carcinoma das células escamosas e melanoma) em humanos: uma redução de 10-20% de ozônio, por exemplo, aumenta a UV em 20-40% aumentando a incidência do câncer de pele por

volta de 20% entre a população caucasiana do mundo (Donahue, 1975). Cálculos mais recentes duplicam o efeito do esgotamento de ozônio sobre o câncer de pele, cada 1% de perda levando a 2-5% de aumento na incidência de câncer de pele, em média, sobre a população dos Estados Unidos (Estados Unidos, National Academy of Sciences, 1982 citado por Maugh, 1982). Qualquer mudança possível de comportamento em insetos orientados pela UV deve ser determinada por testes diretos antes de se fazerem declarações à esse respeito. Os efeitos nos sistemas aquáticos são numerosos e merecem observação atenta devido ao papel chave dos organismos aquáticos nas cadeias alimentares e ciclos biogeoquímicos (Calkins, 1982).

Não se pode predizer com certeza, com o conhecimento disponível, os possíveis efeitos na agricultura devidos ao aumento das taxas de mutação, mas a conseqüência desastrosa em potencial de impacto negativo sobre qualquer uma das espécies dos grãos que formam a base da alimentação humana é ampla causa para evitar a exposição. A máxima absorção de radiação pelo ácido nucléico (DNA) é a 260 nanômetros, somente um pouco abaixo do atual limite inferior de radiação solar que chega à superfície da terra, que é 286 nanômetros (Eigner, 1975: 17).

O impacto da queima da floresta sobre o fluxo de óxido nitroso para a atmosfera, bem como a seriedade das mudanças esperadas, são áreas de debate atualmente. O debate ilustra tanto o nível mínimo da nossa compreensão atual de muitos processos fundamentais do globo como a quase total ausência de dados relevantes, especialmente dos trópicos. A concentração de N_2O na troposfera tem aumentado por volta de 0,2% por ano (0,5% partes por bilhão por volume por ano) durante os 20 anos passados (Weiss, 1981). Todas as fontes conhecidas de N_2O estão a nível do chão e muitas estão ligadas às atividades humanas. Uma fonte é a decomposição de materiais orgânicos em ambientes de pouco oxigênio, tais como muitos dos dejetos humanos depositados em condições anóxicas em depósitos de lixo ou águas de esgoto (McElroy et al., 1976). Acrescentando ao lixo e esgotos, a agricultura produz óxido nitroso através da nitrificação aeróbica do nitrogênio de adubos (Bremner & Blackmer, 1978). Uma fonte importante é a queima de combustível fóssil que, acredita-se, responda por cerca de metade do total $1,1 \times 10^{11}$ moles de N_2O lançados anualmente por atividades humanos (Weiss, 1981; Weiss & Craig, 1976). Acredita-se que o desmatamento produz quantidades significativas de óxido nitroso a partir de duas fontes: combustão da biomassa derrubada (Crutzen et al., 1979) e aumento de produção em solo nu quando comparado à floresta (Goreau, 1981). Fluxos significativos de N_2O têm sido encontrados no solo sob florestas devido à oxidação da amônia por bactérias nitrificantes, com taxas aumentando quando o teor de oxigênio é baixo (Goreau, 1981; Goreau et al., 1980a). A terra desmatada, entretanto, produz muito mais N_2O do que a mesma área sob a cobertura da floresta.

A contribuição de fertilizantes ao fluxo global de N_2O precisa ser melhor compreendida para servir como verificação à

participação atribuída ao desmatamento. A importância dos gradientes de concentração de oxigênio em ambientes nitrificantes tem sido recentemente demonstrado por Goreau (1981). Muito do N_2O produzido pela desnitrificação em níveis mais profundos (menos oxigenados) do solo nunca é liberado na atmosfera, mas antes é consumido no solo como um aceitante de elétrons em reações de respiração (Goreau, 1981: 78). A maioria do trabalho feito com solos agrícolas fertilizados não levou esse consumo em conta (Goreau, T.J., comunicação pessoal, julho de 1982). A dedução disso é que as estimativas de produção de N_2O em solos fertilizados provavelmente exageram o N_2O derivado de fertilizantes: uma maior parte das elevações atmosféricas observadas devem ser, portanto, explicadas por outras fontes, tais como desmatamento.

As medições de fluxo de óxido nitroso dos trópicos são inexistentes. Várias indicações indiretas, no entanto, sugerem a conclusão de que o desmatamento de florestas tropicais resulta em fluxos de N_2O maiores do que os equivalentes em zonas temperadas. Baixas contagens de bactérias nitrificantes são características de solos ácidos sob florestas tropicais (Jordan et al., 1979; Nye & Greenland, 1960) mas as bactérias nitrificantes geralmente aumentam em número quando a derrubada e a queimada elevam o pH do solo (Nye & Greenland, 1960). Quando o húmus, tapete de raízes e detritos, são oxidados no solo exposto, a nitrificação aumentada liberaria quantidades correspondentes de N_2O.

As contribuições da derrubada da floresta úmida a longo prazo não são claras. Uma razão é a grande área de floresta úmida transformada em pastagem para gado. A conversão inicial para pastagens resultaria em uma liberação de N_2O como em todas as derrubadas. O equilíbrio mais baixo da matéria orgânica contida no solo sob pastagens quando comparado com florestas tropicais (ver Fearnside, 1980b) contribuiria para isso pois o nitrogênio do solo é aproximadamente 98% orgânico (Russell, 1973). As áreas em gramíneas são conhecidos pela baixa taxa de nitrificação (Nye & Greenland, 1960; Russell, 1973), o que significa que desprendimentos adicionais de N_2O do solo deveriam ser relativamente pequenos uma vez que a conversão inicial tiver completa. Entretanto o óxido nitroso continuaria a ser liberado a partir da combustão. O pasto é queimado freqüentemente enquanto ele dura, e pode-se esperar que depois de invadido pela vegetação secundária seja submetido a cortes e queimadas com intervalos de poucos anos até que ervas daninhas, compactação e a degradação da fertilidade do solo forcem o abandono da criação de animais. As savanas são freqüentemente queimadas por um problema de tradição cultural no Brasil, mesmo quando não se pretende nenhum uso econômico imediato.

CICLO HIDROLÓGICO: DESERTIFICAÇÃO

O assunto "desertificação" é um tema emocional, especialmente no Brasil com referência a Amazônia. Uma

tendência na direção da diminuição pluviométrica na região, mesmo que não ultrapasse os limites da precipitação anual que define o deserto, em termos climatológicos, é uma possibilidade que não pode ser dispensada como conseqüência do desmatamento (Fearnside, 1979c, 1985c). Uma razão é que na Amazônia, muito mais do que em outras partes do mundo, as chuvas derivam da água reciclada para a atmosfera através da evapotranspiração, mais do que sendo levada para a região diretamente como nuvens provenientes do Oceano Atlântico.

Estimativas da contribuição da evapotranspiração para a precipitação na bacia Amazônica como um todo variam de 54% baseado numa estimativa de precipitação anual total de 12,0 x 10^{12} m^3 e escoamento do rio de 5,5% x 10^{12} m^3 (Villa Nova et al., 1976) a 56% baseado nas balanças de água e energia, feitas a partir de mapas de médias de vento e úmidade (Molion, 1975). Estudos mais detalhados da área entre Belém e Manaus produziram estimativas de componentes de evapotranspiração nas chuvas nessa parte da bacia variando de 48%, baseado em cálculos de água precipitável e fluxo de vapor de água (Marques et al., 1977), até 50% (dependendo do mês), baseado em razões de isótopos (Salati et al., 1978). Partes ocidentais da Amazônia, como Rondônia e Acre, dependem da evapotranspiração para uma porção maior de suas chuvas do que a área de Belém-Manaus onde foram feitos cálculos e, portanto, onde se espera aconteçam as maiores diminuições quando a floresta for derrubada.

Pesquisas hidrológicas perto de Manaus têm demonstrado que uma média de 66% de evapotranspiração é transpiração em vez de evaporação (calculado dos dados de Leopoldo et al., 1982). Ambas, evaporação e transpiração, são positivamente relacionadas com a área de folhas. Claramente a área de folhas muito maior da floresta úmida quando comparada com pastagens ou culturas agrícolas indica que o desmatamento levará a uma diminuição da evapotranspiração e conseqüentemente a uma diminuição das chuvas da região.

A redução da evapotranspiração e da precipitação dentro da Bacia Amazônica iria reduzir a fonte de vapor de água das regiões vizinhas. A chuva na região Centro-Sul do Brasil, o celeiro agrícola do país, seria colocado em risco (Salati & Vose, 1984).

Outras conseqüências do desmatamento, tais como elevação do albedo, também afetam as chuvas. Alguns modelos predizem diminuição da chuva em regiões temperadas como resultado do aumento de albedo com o desmatamento tropical o qual leva a mais baixa absorção do calor, redução da evapotranspiração e do fluxo de calor, enfraquecimento dos padrões de circulação global de ar e redução das chuvas nas extensões de latitude de 45°-85° N e 40°-60° S (Potter et al., 1975). Entretanto, a magnitude das mudanças no albedo resultantes do desmatamento é um assunto em debate. O trabalho de simulação feito por Henderson-Sellers & Gornitz (1984) indica um efeito desprezível das possíveis mudanças no clima da Amazônia e sobre o clima de outras partes do globo, embora as simulações

mostram diminuições "severas" induzidas pelo albedo sobre a precipitação e evaporação dentro da região. Os problemas aparecem a partir das diferentes definições de albedo (a razão da luz refletida à luz incidente), e do uso de valores irreais para albedo da floresta antes da derrubada. A vegetação da floresta reflete só uma pequena parte da luz visível, como indica sua aparência escura. No entanto, uma grande quantidade de reflexão ocorre na região próxima infravermelha do espectro, tornando o albedo da floresta muito mais alto se a radiação infravermelha for incluída nas medições. Dickinson (1981) tem criticado estudos como o de Potter et al. (1975) por usar os valores visíveis do espectro do albedo (Posey & Clapp, 1964) resultantes de medições feitas na zona temperada entre 1919 e 1947 (List, 1958: 442-443). Ampliando-se o espectro incluído em medições de albedo e usando-se uma média apropriada de valores mais recentes dos trópicos aproximadamente duplica-se o albedo da floresta de 0,07 para entre 0,12 e 0,14 (Dickinson, 1981: 421). Combinado com a suposição de que a floresta é substituída pela vegetação secundária verde, albedos dessas áreas aumentam somente de 0,02 para 0,04 ou uma metade para um quarto da elevação presumida por Potter et al. (1975) e outros. A suposição de que vegetação verde substitui floresta primária, é crítica, no entanto um futuro mais provável para essas áreas pode ser savanas abertas resultantes da diminuição da chuva em períodos de seca (e.g. Salati et al., 1978) e queimadas repetidas por seres humanos (Budowski, 1956).

É preciso desfazer a ilusão de que, por serem os totais pluviométricos na Amazônia bastante altos, poderia-se tolerar uma quantia significativa de secamento do clima. A estação seca na Amazônia já coloca severos limites para muitas atividades agrícolas. Durante a estação seca de 1979, Manaus esteve por 73 dias sem uma gota de chuva. Os níveis de água do solo caíram a índices bem baixos tanto em áreas abertas como sob a cobertura da floresta, onde as árvores continuavam a transpirar de grandes áreas de folhas. Como as plantas reagem aos níveis de água em suas zonas de raízes numa base de dia-a-dia e não à abstração de estatísticas de chuvas anuais, os efeitos de um aumento mesmo que pequeno na severidade da estação seca poderia ser dramático. Pode-se esperar que a floresta úmida, que não tolera severa deficiência de água, gradualmente com o tempo passe a dar lugar a uma vegetação de cerrado mais xerófita. Tal mudança teria potencial para se tornar um processo de retroalimentação positiva, onde a redução adicional em evapotranspiração resultante elevaria a seca e a aceleração das mudanças vegetais (Tabela 2.3).

(Tabela 2-3)

TABELA 2.3. POSSÍVEIS EFEITOS MACRO-CLIMÁTICOS DO DESMATAMENTO DA AMAZÔNIA

Item	Mudança	Efeito
Oxigênio	Não significante	Não significante
Dióxido de Carbono	Aumento	Aumento da temperatura global.
Oxido Nitroso	Aumento	Aumento da temperatura global; pequeno aumento da radiação ultravioleta ao nível do chão
Albedo (refletividade)	Aumento	Diminuição de chuvas em zonas temperadas
Evapo-transpiração	Diminuição	Diminuição das chuvas na Amazônia e nas regiões vizinhas; elevação da temperatura e diminuição da função de absorção do calor pela evapo-transpiração
Chuvas	1) Diminuição no total 2) Aumento na	Mudanças na vegetação: regimes climáticos

	duração da estação seca (mais importante)	tornam-se desfavoráveis para florestas úmidas; reforça a tendência para um clima ainda mais seco

Fonte: Fearnside (1985c).

DIVERSIDADE GENÉTICA: EXTINÇÃO DE ESPÉCIES E ECOSSISTEMAS

A diversidade genética da floresta úmida da Amazônia é lendária. Um hectare inventariado a 30 km de Manaus tinha 235 espécies de plantas lenhosas com mais de 5 cm de diâmetro (Prance et al., 1976). Muitas das espécies de plantas e animais da Amazônia nunca foram descritas ou coletadas, e cada nova expedição de coleta revela novas espécies (Prance, 1975; Pires & Prance, 1977). Muitas espécies Amazônicas são endêmicas e ocorrem em espaços limitados. Assim, o desmatamento extenso automaticamente asseguraria a extinção de muitas espécies. A perda potencial da diversidade genética pelo desmatamento na Amazônia tem sido uma preocupação importante dos biólogos no mundo todo (Eckholm, 1978; Ehrlich, 1982; Ehrlich & Ehrlich, 1981; Lovejoy, 1973; Myers, 1976, 1979, 1980a, 1984; Oldfield, 1981). A diversidade genética fornece o potencial para a descoberta de novos organismos de valor econômico, ou novos usos para organismos já conhecidos, por exemplo novas culturas e variedades agrícolas. A contínua evolução e dispersão de pragas e doenças de culturas significa que a necessidade de novo germoplasma nunca deixará de existir. Um bom exemplo é o acréscimo vital do germoplasma de café dos remanescentes da floresta da Etiópia como um meio de obter resistência à ferrugem (Hemileia vasatrix) em Coffea arabica (Oldfield, 1981). A destruição dos locais de árvores naturais de seringueira tolerantes às doenças, mesmo que de baixa produção, no Acre e na Rondônia, é uma das muitas perdas que ocorrem devido ao desmatamento da Amazônia. O mesmo se aplica quanto à necessidade de novos químicos farmacêuticos diante da contínua evolução de organismos de doenças humanas. A corrida para a obtenção de quinina natural quando os parasitas de malária desenvolveram uma resistência à cloroquina é um bom exemplo (Oldfield, 1981). O valor da floresta úmida como um recurso para a pesquisa científica fundamental também tem sido defendido (Budowski, 1975; Jacobs, 1980; Poore, 1976).

A diversidade ecológica assim como a diversidade genética no sentido estrito, é rapidamente destruída pelo desmatamento. Freqüentemente associações co-evoluídas são extintas muito antes que desapareçam os últimos indivíduos das espécies envolvidas (Janzen, 1972a, 1974, 1976).

POPULAÇÕES INDÍGENAS: DESAPARECIMENTO DE CULTURAS E POPULAÇÕES HUMANAS

Quando a rodovia Transamazônica foi anunciada como uma maneira de trazer "homens sem terra para terras sem homens", a declaração estava tragicamente errada. Virtualmente toda a Amazônia estava já ocupada quando o programa da construção da estrada foi lançado. As grandes áreas não colonizadas por "Luso-Brasileiros" (brasileiros que falam português) estavam ocupadas por índios (Davis, 1977). É óbvia a incompatibilidade da colonização com a manutenção das populações indígenas nessas

áreas. A localização de tribos de índios em relação com as rotas propostas para a rodovia são descritas em um capítulo do livro de Robert Goodland & Howard Irwin (1975a: capítulo 5) A Selva Amazônica: do Inferno Verde ao Deserto Vermelho? (1975a, capítulo 5; não incluído na edição em língua portuguesa, Goodland & Irwin, 1975b). A solução dos conflitos de interesses entre a construção de estradas e as populações indígenas raramente têm sido não destrutivas para os índios (Bodard, 1972; Bourne, 1978; Brooks et al., 1973; Davis, 1977; Hanbury-Tenison 1973; Oliveira et al., 1979; Ramos, 1980).

A maioria dos observadores concorda em que, como as culturas indígenas não são compatíveis com o "desenvolvimento", a solução é separar grupos de índios das áreas de colonização providenciando-se reservas protegidas, de tamanho e localização adequados. É uma questão de amargos debates onde as reservas deveriam se localizar, quão grandes deveriam ser e se as reservas deveriam ser respeitadas quando a terra for desejada para rodovias, jazidas minerais, pecuária, agricultura e especulação de terra.

A floresta úmida tropical é olhada como uma reserva para lavoura pioneira pelo governo brasileiro bem como por milhares de indivíduos e grupos que se preparam para substituir a floresta úmida pela agricultura na Amazônia. As características do ecossistema da floresta úmida, mudanças que ocorrem depois que é derrubada e plantada, considerações ambientais e outras ligadas à escala maciça dessas alterações, tudo precisa ser considerado no planejamento dos programas de colonização e outras formas de desenvolvimento.

EFEITOS DAS OPERAÇÕES AGRÍCOLAS SOBRE O SOLO

CULTURAS ANUAIS

As culturas anuais são plantadas como uma parte da agricultura de "corte-e-queima" nos sistemas tradicionais de cultura itinerante onde um período de pousío restaura a fertilidade e outras características do solo necessárias para a produção da cultura, permitindo uma futura re-utilização do mesmo lote. Mesmo que os colonos empenhados na agricultura pioneira, em geral, não tenham as adaptações culturais desse tipo tradicional de cultura itinerante, eles queimam e plantam de maneira semelhante, no primeiro passo do ciclo. Mais tarde, os colonos podem se desviar do padrão itinerante plantando culturas perenes ou pasto, vendendo o lote para alguém que planta essas culturas, ou permitindo que a terra descanse em pousío mas não pelo período de tempo requerido para manter a produção em uma base a longo prazo. De qualquer forma, muito do que se sabe de cultura itinerante e de seus efeitos sobre o solo se aplica aos colonos empenhados em agricultura pioneira. Esse conhecimento tem sido revisto no clássico trabalho de Nye & Greenland (1960), bem como em revisões mais recentes como a de Sánchez (1973, 1976), Andreae, (1974), Watters (1971) e Greenland & Herrera (1978).

QUEIMADA

A grande variabilidade na qualidade da queimada procede da impredicabilidade do tempo, variações individuais entre os colonos e demoras em conseguir empréstimos bancários para a derrubada. Queimadas pobres, um problema importante na área de colonização, tem um efeito dramático sobre a produção das culturas. Além do problema de vegetação não queimada, se uma queima é pobre (Figura 2.1), o solo não recebe o aumento benéfico dos níveis de pH, fósforo, cálcio, magnésio e outros cátions, ou a igualmente benéfica diminuição no nível de íons de alumínio tóxico.

Todos os campos preparados a partir da floresta virgem ou da vegetação secundária (pelo menos 8 meses sem cultivo), são queimados antes do plantio (N = 247 virgem + 54 vegetação secundária), enquanto o mato (pousío de mais de 2 meses e menos do que 8 meses) são somente queimados 27,1% das vezes (N = 48).

(Figura 2.1)
(Legenda da Figura 2.1)

Fig. 2.1. Queimada virgem classe um (pobre). (Gleba 17, Lote 50, 1975).

POUSÍO

O pousío ajuda a restaurar a produtividade agrícola potencial do solo. Os níveis de carbono e de nitrogênio são pouco afetados pela queima normal, pois os estoques desses elementos na vegetação são volatilizados durante a combustão. Porém se a queima for quente demais, é possível que esses elementos sejam perdidos do solo. Esses elementos se elevam no solo sob a vegetação secundária (Greenland & Nye, 1959), e diminuem depois da derrubada tanto pela produção quanto pela simples exposição do solo (Cunningham, 1963; Nye & Greenland, 1964). A estrutura do solo também se recupera, sob o pousío, da compactação sofrida durante a produção. Um estudo no sul do Brasil (Freise, 1934, 1939 citado por Budowski, 1956: 26) encontrou um aumento no volume dos poros de 12% de savanas antropogênicas a 38% sob 17 anos de vegetação secundária, ou uma recuperação de 78% em relação ao valor de 51% para o volume de poros sob floresta virgem na área. A recuperação da estrutura do solo sob períodos curtos de pousío em capoeira é vagarosa: Popenoe (1960: 122) descobriu que a densidade média do solo (que é inversamente proporcional ao volume de poros) em quatro locais na Guatemala, aumentou de 0,56 g/cc sob floresta para 0,71 g/cc em terra desmatada sob cultivo itinerante, mas somente retornou à 0,70 g/cc sob vegetação secundária de dois anos.

Um período de pousio seguido por uma queimada também reduz a população de pragas e invasoras. A causa imediata que leva um agricultor tropical a abandonar uma dada roça e se deslocar para uma nova localidade é, geralmente, o declínio das produções da

cultura em relação ao investimento em mão-de-obra, especialmente mão-de-obra durante os períodos críticos que limitam a produção total. Os agricultores não se importam com os níveis de fósforo ou de qualquer outro elemento no solo, estando preocupados somente com o resultado final de seus esforços em termos de produção. O declínio da produção é o efeito cumulativo de um vasto conjunto de fatores, dos quais as deficiências individuais do solo são somente uma parte. O aumento da competição com o mato com os anos sucessivos de cultivo contínuo pode ser no mínimo tão importante quanto o esgotamento do solo (Greenland & Herrera, 1978; Popenoe, 1960). Devido à maior facilidade de medições, a maior parte das pesquisas feitas até hoje sobre cultura itinerante concentra a atenção sobre as mudanças do solo mais do que sobre as pragas, matos e doenças. A variabilidade a partir desses fatores biológicos está incluída nos modelos para estimativas da capacidade de suporte na rodovia Transamazônica, embora os efeitos no solo fossem o foco da maior parte do esforço de coleta de dados. Em vista da importância desses aspectos dos agro-ecossistemas tropicais, o atual estado da informação é lamentavelmente inadequado.

Restaurar a qualidade do solo através do pousío no cultivo itinerante é uma estratégia barata e efetiva, onde a densidade de população e os preços da terra forem baixos. Normalmente, os sistemas de cultura itinerante tradicional são caracterizados por períodos de pousío que variam grandemente de duração de lugar para lugar, freqüentemente tão longos como 20 a 30 anos. Uma definição de "cultura itinerante" caracteriza-a como tendo 10% ou menos do ciclo total gasto sob cultura (Ruthenberg, 1971). Em muitos sistemas de pousío longo, o pousío pode ser encurtado até um ponto em que não prejudica a fertilidade do solo (Guillemin, 1956). Tem sido oferecido argumento para o uso da cultura itinerante como uma base para agro-ecossistemas destinados a suportar populações tropicais em densidades e padrões de vida mais altos (Clarke, 1976, 1978). Os insumos baixos de energia e a alta eficiência energetica (não considerando a energia liberada na queima das roças) são vantagens. Compare-se à razões de insumos a saídas de 1:16 para agricultura itinerante (Rappaport, 1971) com 1:3 (Pimentel et al., 1973) até 1:1 (Stout, 1974, citado por Greenland & Herrera, 1978) para a agricultura nos Estados Unidos. A cultura itinerante fornece uma estabilidade relativa e a não destruição de grandes áreas de floresta se a população se mantiver a uma baixa densidade; a maior fraqueza é que essa estabilidade e não destrutividade são perdidas se a pressão populacional aumentar. O enfoque predominante entre os planejadores de desenvolvimento no Brasil é que a cultura itinerante deveria ser erradicada tão rápido quanto possível (Alvim, 1977a,b, 1978a,b,c). As principais desvantagens geralmente são vistas como a destruição da madeira e aumento da erosão (Nações Unidas, FAO, 1959) e o potencial limitado para produzir um excedente exportável, juntamente com a esperada possibilidade de aumentar o padrão financeiro de vida (Alvim, 1978a,b,c). Os planejadores favorecem substituições, tais como culturas anuais com fertilizantes e outros insumos químicos, várias culturas perenes, pastos, silvicultura e projetos de manejo

florestal.

PASTAGENS

A questão da fertilidade do solo sob pastagem tem sido de uma importância mais do que acadêmica no Brasil, pois declarações de que a pastagem melhora a fertilidade do solo tem proporcionado suporte para os programas de incentivos do governo. A idéia de que o pasto melhora a qualidade do solo tem sido repetidamente manifestada em encontros científicos por toda a América Latina desde 1973. Falesi (1974b: 2.14) comparou os solos sob floresta virgem e pastagens de várias idades na rodovia Belém-Brasília em Paragominas, no Pará, e na Fazenda Suiá-Missu, no norte do Mato Grosso:

> Logo após a queimada (da floresta) a acidez é neutralizada, com mudança de pH de 4 até acima de 6 e o alumínio desaparecendo. Persistindo esta situação nas diversas idades de pastos, tendo a pastagem mais velha a idade de 15 anos, localizada em Paragominas. Os elementos nutrientes tais como cálcio, magnésio e potássio elevam-se na composição química do solo, e permanecem estáveis no decorrer dos anos. O nitrogênio baixa logo após a queimada mas, no entanto, em poucos anos volta a apresentar o teor semelhante ao existente na mata primitiva.... A formação de pastagens em latossolos e podzólicos de baixa fertilidade é uma maneira racional e econômica de ocupar e valorizar essas extensas áreas (Falesi, 1974b: 2.14-2.15)

A crença de que o pasto melhora o solo entra também nas sugestões oficiais para uso da terra, com a recomendação de que solos extremamente pobres sejam plantados com pastagens. As recomendações da EMBRAPA para a rodovia Transamazônica a oeste de Itaituba pedem repetidamente pela "formação de pastagens que, quando bem manejadas, recobrem totalmente a superfície dos solos, protegendo-os contra a erosão, ao mesmo tempo que restitui o equilíbrio biológico" (Brasil, EMBRAPA-IPEAN 1974: 43). Até mesmo uma laterita hidromórfica descrito como "tendendo irreversivelmente para hardpan é recomendada para pasto (Brasil, EMBRAPA-IPEAN, 1974: 46).

As diferenças de solo notadas por Falesi (1974b, 1976) não levam à conclusão de que os pastos serão sustentáveis (Fearnside, 1980b; Hecht, 1981). Altas produções de capim não podem ser sustentadas se o crescimento for restringido pelas baixas quantidades de certos nutrientes, tais como fósforo, independente da quantidade de outros nutrientes. Usando-se os dados de experiências com fertilização de pastos em Belém (Serrão et al., 1971), foi mostrada que a falta do fósforo limita o crescimento do capim (ver Fearnside, 1979a). Também descobriu-se que o fósforo baixo limita o crescimento do capim em Paragominas, levando às recomendações mais recentes do governo para a adubação com fósfato (Serrão et al., 1978, 1979; Toledo & Serrão, 1982). Os dados do estudo de Falesi na Belém-Brasília (1974b, 1976) mostram uma forte

tendência descendente para o fósforo disponível depois de um pico inicial devido a queima da floresta virgem. O fósforo disponível (P_2O_5) cai de uma altura de 4,18 mg/100g em pasto novo para o platô mais baixo depois de cinco anos. O pasto de cinco anos de idade tem 0,46 mg/100g de solo seco P_2O_5 e, depois de leve variação, o valor ainda é 0,46 mg/100g no décimo ano (Falesi, 1976: 42-43), mais baixo do que o valor para o solo da floresta virgem de 0,69 mg/100g.

Muito do debate a respeito das mudanças do solo sob pastagem é irrelevante para a questão da manutenção da produtividade da pastagem. A questão importante é: os baixos valores para os quais caem os níveis do fósforo sob pastagem são adequados para sustentar a produção? A resposta é não, como confirmam as produções pobres, tanto em plantações experimentais como comerciais, sempre que os fertilizantes não sejam aplicados. A invasão do mato reforça esse efeito. O mato compõe a maior parte da biomassa total em pastos com baixa fertilidade do solo como é demonstrado pelos resultados em experiências com adubação (Serrão et al., 1971: 19). A competição do mato é um problema importante que, combinado com os efeitos do declínio do fósforo do solo, restringe a produtividade do pasto. A compactação do solo também contribui para que a produção do pasto decline (Dantas, 1979; Schubart et al., 1976). Em experiências com a espécie mais comum de capim para pastagens, o capim colonião (Panicum maximum), as produções de segundo ano em Belém foram 63% das produções do primeiro ano, e as produções do terceiro ano foram somente 49% das produções do primeiro ano (Simão Neto et al., 1973: 9).

FERTILIZAÇÃO

A manutenção da fertilidade do solo pela fertilização é central para muitos planos para a agricultura na Amazônia. No entanto, os colonos raramente usam fertilizante, apesar de uma série de medidas do governo destinadas a encorajar a aplicação desses insumos (Fearnside, 1982b).

No caso da pastagem, para o qual a fertilização por fosfato está agora sendo recomendada e subsidiada para grandes fazendeiros (Serrão & Falesi, 1977; Serrão et al., 1979), a questão de se a produção pode ser sustentada através da fertilização é antes uma questão econômica e depois uma questão de estoques de recursos não renováveis. Os custos relativos dos fertilizantes e a produção resultante são básicos para avaliar as perspectivas de qualquer cultura. Os fertilizantes na Amazônia custam duas a três vezes mais do que no sul do Brasil (Alvim, 1973), e mais fertilizante é necessário para se conseguir o mesmo resultado, devido à rápida conversão (fixação) do fosfato aplicado em compostos inutilizáveis. Para alguns nutrientes, a alta precipitação também lixivia muito mais do fertilizante fora do alcance dos sistemas de raízes das plantas antes que possa ser absorvido. No caso do fósforo, o problema principal é a fixação, mais do que a lixiviação.

Na rodovia Transamazônica, como na maior parte da Amazônia, a capacidade de fixação do fósforo pelo solo é muito alta, ocorrendo

os maiores efeitos a baixos (e mais prováveis) níveis de aplicação de fertilizante (Dynia et al., 1977). Em podzólico vermelho-amarelo (Ultisol) da rodovia Transamazônica, até 40% do fósforo aplicado é fixado depois de sete dias, quando a terra roxa (Alfisol) fixa até 83%, a 75 e 53 ppm de P aplicado, respectivamente (Dynia et al., 1977). Tais problemas podem ser superados pela aplicação de mais fertilizante para saturar a capacidade de fixação do solo. Foram obtidos aumentos marcantes em produção de capim em parcelas experimentais na rodovia Belém-Brasília (Koster et al., 1977; Serrão et al., 1978, 1979) usando-se 50 kg de P_2O_5 por hectare, o que se traduz em cerca de 300 kg/ha de fertilizante superfosfato. Experiências semelhantes no Peru Amazônico tem mostrado aumentos da produtividade por alguns anos seguida por um declínio devido à compactação e provavelmente outras deficiências além dos ataques de doenças em leguminosas associadas (Peru, IVITA, 1976, citado por Sánchez, 1977: 563).

EROSÃO

A erosão é outro problema que flagela a agricultura na Amazônia. Muitas pessoas que desconhecem a região têm a ilusão de que a Amazônia é plana, uma impressão que é encorajada pela aparência da floresta vista do ar. Embora algumas partes da bacia sejam sem dúvida bastante planas, grande parte dela é dissecada por encostas inclinadas. A erosão causa perdas significativas de solo quando o solo é exposto para o cultivo, com a superfície do solo freqüentemente caindo um ou dois centímetros por ano sob as culturas anuais (Fearnside, 1980c; ver também McGregor, 1980; Scott, 1975, 1978). A erosão tem um efeito prejudicial sobre a fertilidade do solo, pois a qualidade do solo na rodovia Transamazônica é geralmente pior às baixas profundidades do que na superfície (perfis do solo no Brasil, IPEAN, 1967; Falesi, 1972a; Brasil, DNPEA, 1973a,b; Brasil, RADAMBRASIL, 1974: Vol. 5). Esse efeito contrasta com a situação em algumas partes do mundo onde a erosão pode melhorar a qualidade do solo pela exposição de material menos desgastado (Pendleton, 1956; Sánchez & Buol, 1975).

É provável que a erosão restrinja mais rapidamente a agricultura em sistemas que deixem o solo repetidamente exposto. Um sistema, conhecido como a "tecnologia Yurimaguas" tem sido proposto para obtenção de produção contínua de culturas anuais (Nicholaides et al., 1984; Sánchez et al., 1982; Valverde & Bandy, 1982); porém a erosão é um entre vários problemas potenciais tornando difícil o uso disseminado do sistema (ver Fearnside, 1985b, 1987d). O "Ultisol plano" da estação experimental de Yurimaguas, do Peru (Nicholaides et al., 1982) é diferente de grande parte da Amazônia, especialmente nas áreas submetidas à colonização intensiva no Brasil. Um levantamento do uso da terra na bacia Amazônica indica que metade da região tem encostas de menos de 8% (Cochrane & Sánchez, 1982: 151) e é freqüentemente citado pelos proponentes do cultivo anual contínuo (e.g. Sánchez et al., 1982).

No entanto, a cifra de 50% é enganadora devido aos mapas de grande escala usados para classificar a topografia e outras

limitações. Por exemplo, em uma área de 23.600 ha na rodovia Transamazônica onde foi feito um mapa detalhado dos declives baseado em medições de campo em 225 pontos, descobriu-se que 49,3% da área tinha declives de 10% ou mais (Fearnside, 1978: 437; 1984b). A área inteira tinha sido classificada com menos de 8% de declive por Cochrane & Sánchez (1982: 149). Poderia se esperar portanto que a erosão do solo afetasse a sustentabilidade a longo prazo de qualquer sistema que deixe o solo exposto à chuva.

LATERIZAÇÃO

A laterização, ou mais corretamente a formação de plintites, tem sido um perigo superestimado em muitos relatos populares de problemas agrícolas na Amazônia. A idéia de que esse material endurecido, principalmente composto de óxidos de ferro, cobre grande parte dos trópicos originou-se em relatórios iniciais de cientistas do século 19 que visitaram os trópicos (Sánchez, 1976: 52-54). Mais recentemente, o medo de que vastas áreas da Amazônia se tornem pavimentos de tijolos com a derrubada, tem ecoado através da imprensa popular. As possibilidades de endurecimento da plintite sobre grandes áreas de floresta úmida com o desmatamento é remota (Bennema, 1975). Áreas onde a formação de plintite é um problema potencial são agora avaliadas como ocupando menos de 7% dos trópicos como um todo (Sánchez & Buol, 1975) e 4% da Amazônia (Cochrane & Sánchez, 1982); ocasionalmente tem-se feito recomendações de que tais solos sejam desmatados na Amazônia brasileira (e.g. Brasil, EMBRAPA-IPEAN, 1974: 46). É importante que o problema de plintite não seja dispensado como uma super-reação aos exageros do passado.

Os efeitos das operações agrícolas são resumidas na Tabela 2.4.

(Tabela 2-4)

TABELA 2.4. RESUMO DOS EFEITOS DAS OPERAÇÕES AGRÍCOLAS SOBRE O SOLO

Operação	Mudanças no Solo[a]								
	pH	Al^{+++}	P	N	C	K	Ca^{++} & Mg^{++}	CTC	Compac-tação
Queimada	+	-	+	0	0	+	+	+	+
Culturas anuais	-*	+*	-*	-*	-*	-	-	-*	+*
Pastagem	+	-	-*	-	-	+	+	+	+*
Calagem e adubação	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Pousio em vegetação secundária	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+	+	-
Pousío + queima	+	-	+	+	+	+	+	+	-

[a]Mudanças com o tempo sob tratamento: + = aumento, - = diminuição, +/- = ou aumento ou diminuição dependendo do nível inicial, 0 = mudança pequena (pode ser ou + ou -)

* efeitos de mudança do solo tidas como mais prejudiciais na área da rodovia Transamazônica. Incluído na modelagem: pH, alumínio, fósforo, nitrogênio e carbono. Não incluído: potássio, cálcio e magnésio, capacidade de troca de cátions (CTC) e compactação.

CAPÍTULO 3: CRESCIMENTO POPULACIONAL E A CAPACIDADE DE SUPORTE

POPULAÇÃO HUMANA EM COMUNIDADES ECOLÓGICAS

Os seres humanos extraem virtualmente todo seu sustento de comunidades ecológicas, exploradas tanto em seu estado natural como modificadas em agro-ecossistemas, ou seja ecossistemas que incluem culturas e outros organismos usados para suprir as necessidades humanas. Os seres humanos se tornam uma parte desses ecossistemas por ser tanto um componente significativo das cadeias alimentares do sistema como o agente de intervenção para aumentar os fluxos de energia e de material em partes do sistema diretamente úteis às pessoas. Como acontece com todos os sistemas, alguns elementos e caminhos nesses sistemas são extremamente sensíveis a tais intervenções humanas, enquanto outros são altamente resistentes.

A maioria das atividades agrícolas retrocedem às tendências naturais da sucessão ecológica para um estágio anterior, por exemplo, a substituição da floresta por gramíneas. Os primeiros estágios de sucessão têm a vantagem de uma diferença maior entre a produtividade primária bruta (a energia fixada em compostos de carbono pelas plantas através da fotossíntese) e a respiração da comunidade (energia liberada por plantas e animais), deixando maiores produções liquidas para os seres humanos. As plantas herbáceas, características dessas fases iniciais também têm a vantagem de converter uma proporção maior da energia disponível, em sementes consumidas pelos humanos e entregando sua produção com um mínimo de demora, normalmente em menos de um ano. Os programas de melhoramento genético de culturas (também mais fáceis com culturas anuais) aumentaram grandemente a produção para os seres humanos.

Manter os ecossistemas em um estado de pré-climax, isto é, em um estado no qual as plantas e os animais ainda não são capazes de manter sua população em um equilíbrio estável durante um longo período, requer um insumo constante de energia para reverter a tendência do domínio de espécies menos produtivas para os humanos. A capina manual é o método mais direto e também o mais laborioso. A queima periódica da vegetação secundária ou pasto crescido requer uma energia humana muito menos direta, quando a sucessão progrediu mais. A própria combustão libera muita energia, como também o faz a queima da floresta primeira durante a conversão inicial para usos agrícolas.

O insumo para as operações agrícolas na forma de combustíveis fósseis, a maneira mais importante de subsídio de energia em regiões temperadas, está aumentando nos trópicos através das culturas e práticas de manejo da "revolução verde" (AAAS, 1975). Alterar os fluxos de energia dentro dos sistemas agrícolas através desses subsídios tem sido uma estratégia importante para aumentar as saídas para os humanos: também resultou em uma grande dependência sobre a disponibilidade contínua do subsídio de energia (H.T. Odum, 1971, 1983).

Os ciclos de nutrientes nos agro-ecossistemas são geralmente mais abertos do que aqueles das comunidades de climax que eles substituem. Alguns nutrientes "vazam" do sistema devido aos mecanismos de reciclagem mais limitados, enquanto que outros são removidos através da colheita da produção. Quando os nutrientes são lixiviados além do alcance dos sistemas superficiais de raízes das plantas cultivadas, eles podem até um certo ponto ser retornados à superfície pelas raízes mais profundas das espécies de vegetação secundária lenhosa durante um período de pousío. A taxa de aumento na biomassa da vegetação secundária relativamente mais rápida durante as fases iniciais de sucessão, faz com que seja mais eficiente cortar capoeira em locais de pousio antes que a rebrota comece a diminuir (Ahn, 1979). Os estoques de nutrientes na vegetação nunca são, por isso, completamente repostos. Os estoques de nutrientes se tornam progressivamente esgotados à medida em que o ciclo de cultivo e pousío continua, levando a uma rebrota mais vagarosa. Os intervalos de pousío precisam alongar-se para alcançar os requisitos de altura para o corte e a queima. A concentração de estoques importantes de nutrientes na vegetação em florestas e capoeiras tropicais torna esses sistemas particularmente vulneráveis à quebra do equilíbrio dos nutrientes. O corte e a queima da vegetação é quase sempre uma parte do uso agrícola das áreas de floresta úmida tropical, em contraste com os ecossistemas temperados onde os estoques mais importantes de nutrientes no solo são raramente perturbados propositalmente na conversão para a agricultura.

Muitas interações ecológicas de ecossistemas não modificados são manipuladas em agro-ecossistemas. A resposta densidade- dependente das populações de predadores à disponibilidade de presas, por exemplo, pode controlar os ataques de pragas. Esse tipo de controle biológico é algumas vezes introduzida propositalmente como uma maneira de restaurar relações chaves de alimentação que limitam as flutuações nos ecossistemas naturais mais diversificados.

O problema do controle das pragas nos sistemas agrícolas

é acentuado pelo fato de que os humanos produziram variedades de culturas para remover a maioria dos químicos tóxicos naturais e outros mecanismos de defesa (Janzen, 1972c, 1973a). A resposta normalmente tem sido substituir as defesas químicas naturais das plantas por aplicação de pesticidas. Os pesticidas, por sua vez, causam uma série de efeitos biológicos nos ecossistemas tratados, bem como nos ecossistemas para os quais os mais persistentes dos compostos são futuramente transferidos. Pequenos agricultores nos trópicos do Novo Mundo usam muito pouco pesticida químico, embora a entrada de novas culturas comerciais e os esforços de extensão agrícola estão fazendo com que seu uso aumente.

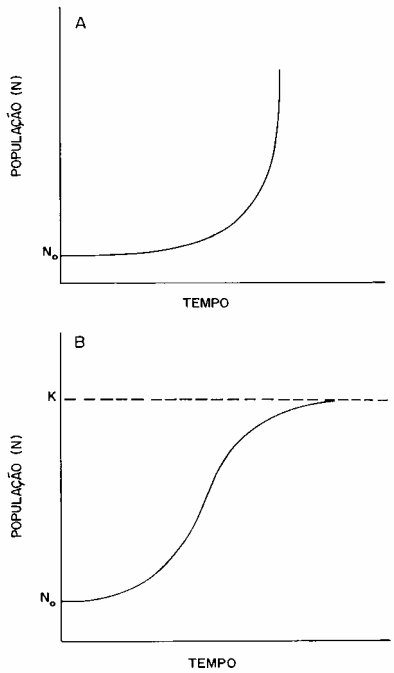
As mudanças na densidade humana afetam muitas das relações básicas entre os componentes do ecossistema e a relativa abundância das populações componentes. Como com todas as populações, as populações humanas estão sujeitas aos efeitos limitantes a altas densidades, que afetam, de muitas maneiras, os níveis de consumo e a qualidade ambiental. A compreensão da dinâmica da população e seu relacionamento com os efeitos dependentes de densidade é essencial para a estimativa da capacidade de suporte.

PADRÕES DE CRESCIMENTO POPULACIONAL

CRESCIMENTO EXPONENCIAL

Em seu Essay on The Principle of Population (Ensaio sobre o Princípio da População), Thomas Malthus (1789) reconheceu que, dados recursos abundantes, as populações humanas têm uma tendência inata de aumentar geometricamente, ou exponencialmente, produzindo uma curva de crescimento em forma de "J" (Figura 3.1a).

(Fig. 3-1)



(Legenda da Figura 3-1)

Fig. 3.1. A: Curva de crescimento exponencial, onde os números aumentam rapidamente na direção do infinito.
B: Curva de crescimento logístico, onde o aumento inicial exponencial é retardado por efeitos dependentes da densidade.

O padrão de crescimento pode ser descrito por:

$$N_t = N_o e^{rt}$$

onde:

N_o = número de indivíduos no momento "0"
N_t = número de indivíduos no momento "t"
e = base de logaritmos naturais (a constante 2,71828...)
r = capacidade inata para o crescimento, dadas

as condições ambientais vigentes

t = tempo

A tradução mental de um pequeno aumento percentual anual até o tamanho populacional total em alguma data futura é difícil. Esta tradição é facilitada expressando-se as taxas de aumento em termos do tempo requerido pela população para se duplicar (Tabela 3.1).

(Tabela 3-1)

TABLE 3.1. TEMPOS DE DUPLICAÇÃO DA POPULAÇÃO PARA ÁREAS SELECIONADAS[a]

Área	Ano	Aumento Anual (%)	Tempos de Duplicação (anos)	Referência
Estados Unidos	1974	0,8	86,6	Ehrlich et al., 1977: 96.
Mundo	1976	1,8	38,5	Ehrlich et al., 1977: 96.
Brasil	1960-1970	2,85	24,4	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 74.
Brasil	1970-1980	2,34	29,6	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 70.
Região Norte[b]	1960-1970	3,4	20,3	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 74.
Região Norte	1970-1980	4,9	14,1	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 74.
Cidade de Manaus	1970-1980	7,1	9,8	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 111.
Rondônia	1960-1970	4,6	14,9	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 74.
Rondônia	1970-1980	14,8	4,7	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 74.

[a]Pressumindo-se taxas constantes de crescimento.
[b]Região Norte = Pará, Amapá, Roraima, Amazonas, Acre e Rondônia.

CRESCIMENTO LOGÍSTICO

O crescimento exponencial a qualquer taxa maior do que zero teoricamente produz tamanhos infinitos de população se continuar ininterruptamente. As populações reais somente seguem o padrão exponencial quando os recursos são abundantes e outras condições são favoráveis para o crescimento contínuo (Malthus, 1789, 1830).

Verhulst (1838) derivou uma equação logística para descrever o padrão de crescimento em forma de "S" da curva sigmóide demonstrada por uma população com recursos limitados. Em baixas densidades a população cresce de maneira exponencial, e em altas densidades as taxas de crescimento diminuem, à medida em que os recursos vão se tornando insuficientes para sustentar o crescimento contínuo da população. Com o decorrer do tempo a população assintoticamente aproxima-se de um limite superior conhecido como K, a densidade de saturação ou capacidade de suporte logístico na curva é o efeito da "resistência ambiental", ou aquilo que Malthus chamou de "dificuldade de subsistência".

A equação logística é normalmente escrita como uma equação diferencial, indicando a mudança na taxa do aumento:

$$\frac{dN}{dt} = r N \frac{(K - N)}{K}$$

onde:

dN/dt = taxa do aumento da população
N = tamanho da população
r = capacidade inata para o aumento, dadas as condições ambientais vigentes (= a taxa instantânea de natalidade menos a taxa instantânea de mortalidade, para uma população fechada contra imigração e emigração)
K = densidade de saturação ou capacidade de suporte logístico

De forma integrada, a equação produz:

$$N = \frac{K}{1 + e^{a-rt}}$$

onde:

a = constante de integração que define a posição da curva em relação à origem (o valor de ln (K - N)/N quando t = 0)
e = base dos logaritmos naturais (a constante 2,71828...)
t = tempo

A equação para o crescimento logístico repousa sobre várias pressuposições não satisfeitas em muitas populações de organismos no mundo real: 1) existe uma distribuição inicial estável de idades; 2) ou todos os indivíduos são ecologicamente equivalentes ou é usada uma unidade de densidade apropriada para ponderar as diferenças de estágio de vida, tamanho individual, etc.; 3) a taxa inata de aumento (r) pode ser realmente alcançada sob condições existentes; 4) não existem demoras; e 5) o relacionamento entre a densidade e a taxa de aumento é linear, incluindo a pressuposição da mais alta taxa de crescimento quando a densidade de população for extremamente baixa (Krebs, 1972: 194-195; Pielou, 1969; Wilbur, 1972; Wilson & Bossert, 1971: 104). As discrepâncias entre essas pressuposições e características das populações reais explicam os muitos afastamentos da curva de crescimento logístico da Figura 3.1b encontrados na natureza. Eles também significam que muito do valor da equação logística é a descrição do crescimento sob certas circunstâncias em vez de ser como um previsor do crescimento onde essas condições não se aplicarem.

No caso das populações humanas, os fatores que influenciam as taxas de natalidade e mortalidade são muito mais complexas do que em outras espécies. Essa complexidade é devida ao maior controle que a cultura tem permitido aos humanos tanto sobre o nascimento quanto sobre a morte e sobre as restrições ambientais, das quais, em última análise, essas taxas dependem. Durante os dois séculos passados da história da humanidade, algumas das modificações culturais de comportamento demográfico formam um padrão: a transição demográfica.

A TRANSIÇÃO DEMOGRÁFICA

A transição demográfica, ou seja, a mudança de um padrão de altas taxas de natalidade e mortalidade para baixas taxas de natalidade e mortalidade, é vista por muitos como uma grande esperança para os países do terceiro mundo evitarem o sombrio "miséria e vício" visto por Malthus como uma conseqüência inevitável da "dificuldade de subsistência". Desde a II Guerra Mundial, a maioria das áreas em desenvolvimento tem vivido um crescimento populacional dramático como resultado da diminuição das taxas de mortalidade através do melhoramento da medicina e da saúde pública. Muitos desses países já apresentaram alguma diminuição nas taxas de natalidade em anos mais recentes, mas todos têm taxas de natalidade substancialmente acima das taxas de morte (Coale, 1983). Para o período de 1970-1980, o Brasil teve uma taxa bruta de nascimento de 33,0 por 1.000 habitantes, e uma taxa de mortalidade correspondente de 8,1 (Brasil, IBGE, 1982: 108). As taxas de natalidade no Brasil, especialmente em áreas urbanizadas, vêm caindo em anos recentes. Os resultados preliminares do censo de 1980 indicam uma queda no número médio de crianças por família de 8 para 6 no nordeste (Veja, 12 de novembro de 1980: 28). A diminuição das taxas de natalidade seguindo a diminuição das taxas de mortalidade nos países em desenvolvimento contem muitas semelhanças com a transição demográfica histórica em países desenvolvidos, mas as diferenças na interpretação do significado dessa semelhança para as políticas de desenvolvimento são marcantes.

Acredita-se que a lógica da teoria de transição demográfica seja válida a um alto nível de generalização, sendo que os fatores correlacionados com o desenvolvimento estão associados com a fertilidade diminuída tanto dentro como entre os países. Na América Latina, os países que mostram sinais do começo da fase de diminuição da fertilidade, da transição demográfica, são os que têm maior desenvolvimento (Beaver, 1975, citado por Teitelbaum, 1975).

Um exame cuidadoso da transição demográfica na Europa do século dezenove e das tendências recentes nos países em desenvolvimento sugere que os países do terceiro mundo não devem contar com que essas transições aliviem os desequilíbrios que aumentam rapidamente entre a população e os recursos (Teitelbaum, 1975). Quedas muito maiores e mais rápidas de mortalidade em países em desenvolvimento em comparação com a Europa do século dezenove, junto com uma fertilidade inicial mais alta e a falta de oportunidades para aliviar as pressões através de migração internacional, está levando as populações a aumentar em taxas muito mais altas, duplicando-se em cerca de um terço do número de anos que

caracterizou as populações na Europa durante sua fase de crescimento mais rápido no meio da transição. Os países em desenvolvimento poderiam ser pegos em um ciclo vicioso, quando os efeitos do rápido aumento da população subverterem os efeitos redutores de fertilidade da transição demográfica: altas densidades e tamanhos grandes de famílias resultam no abaixamento dos padrões de vida, diminuição das oportunidades educacionais e menos empregos, especialmente para mulheres, que são as primeiras a perder na competição pelas oportunidades de trabalho (Newland, 1977). Essas limitações, particularmente por afetarem as mulheres, estão entre os fatores sociais tidos como tendo o maior efeito sobre o comportamento reprodutor (McCabe & Rosenzweig, 1976; Ridker, 1976).

Para as densidades de população abaixo do ponto onde a fertilidade é restringida pela nutrição pobre, existe teoricamente um equilíbrio instável entre duas alças de retroalimentação opostas. Padrões de vida mais altos resultam em fertilidade mais baixa, levando a padrões ainda mais altos; enquanto que qualquer abaixamento dos padrões de vida resulta em maior fertilidade, provocando a queda dos padrões até níveis ainda mais baixos. Por causa dessa segunda alça de retroalimentação, os líderes das nações em desenvolvimento na parte de declínio de fertilidade da transição demográfica, seriam bem sensatos se não contassem com a história Européia repetindo-se em seus países. Não parece provável que a quantidade de progresso econômico realisticamente possível para muitos países em desenvolvimento seria suficiente para ser realizado um efeito completo de redução na fertilidade na transição demográfica. Mesmo que se realize, tal efeito teria uma ação muito vagarosa para evitar os aumentos astronômicos nas densidades da população e na intensificação dos problemas que se seguem a esses aumentos.

Felizmente, as mudanças observadas em algumas partes subdesenvolvidas tanto da Europa do século dezenove quanto do moderno terceiro mundo sugerem que o comportamento reprodutor pode ser modificado sem desenvolvimento (Teitelbaum, 1975). Os efeitos associados ao desenvolvimento, previstas pela teoria tradicional de transição, são também obscurecidos pelos efeitos da igualdade da distribuição da riqueza e dos serviços sociais tais como educação (Brown, 1980: 154-156; Ehrlich et al., 1977: 782; Flegg, 1979; Simon, 1976). Pequenas quantidades de desenvolvimento são associadas com declínios muito maiores na fertilidade se os benefícios são igualmente distribuídos pela sociedade.

As discussões sobre os problemas do desenvolvimento que

cercam a interpretação dos mecanismos de transição são inflamadas. Os próprios mecanismos não são tão simples como se acreditava.

> Existe uma grande virtude política em uma interpretação simplista da teoria da transição, ressaltando que em todas as circunstâncias o desenvolvimento "tomará conta" dos problemas populacionais. Contudo, os cientistas são obrigados a relatar que um exame cuidadoso da teoria da transição, tanto na perspectiva histórica quanto na moderna, mostra que os fazedores de políticas seriam insensatos ao adotar uma visão tão simplista e determinista. (Teitelbaum, 1975: 178).

FATORES QUE LIMITAM O CRESCIMENTO POPULACIONAL

CONTROLES INDEPENDENTES E DEPENDENTES DE DENSIDADE

Populações de todas as espécies são limitadas abaixo dos níveis infinitos para os quais o crescimento exponencial teoricamente os levaria. O crescimento da população pode ser limitado por fatores que estão ligados com a densidade da população (controles dependentes de densidade) ou por fatores físicos tais como tempo desfavorável, inundações ou outras catástrofes naturais agindo como controles independentes de densidade. A classificação dos controles como dependente ou independente de densidade é freqüentemente imprópria, pois, muitas vezes, a densidade pode intensificar os efeitos de fatores físicos "independentes". Crescimento populacional exponencial, quando limitado principalmente por um controle independente de densidade, seria abruptamente truncado, caindo para um nível mais baixo para recomeçar a subida exponencial em forma de "J" novamente.

Os controles dependentes de densidade agem através de mecanismos tais como competição entre membros da mesma espécie pelos recursos escassos (competição intra-específica), competição com membros de outras espécies (competição inter-específica), ou por predadores, parasitas ou organismos de doenças cujas populações e/ou freqüências de ataque aumentam em resposta ao aumento de densidade da população de presas ou de hospedeiros. Os controles dependentes de densidade normalmente agem mais gradualmente na limitação do crescimento da população do que os independentes de densidade, resultando em um enfraquecimento no crescimento a medida em que se aproxima de um limite

superior (ver Figura 3.1b). No entanto, os controles dependentes de densidade podem começar a ter um efeito depois de passar uma densidade limiar, levando os níveis de população a uma queda abrupta em vez de declinarem suavemente até o equilíbrio. As oscilações produzidas dessa forma, e pelas demoras dos efeitos de controle dependentes de densidade, são mais ondulantes do que o padrão recortado de crescimento rápido e queda estrondosa de uma população limitada pelas forças independentes de densidade. Freqüentemente, as oscilações tendem a diminuir se as condições ambientais forem razoavelmente estáveis.

Os mecanismos dependentes de densidade são mais importantes nos ecossistemas com condições físicas relativamente estáveis, tais como a floresta úmida tropical, enquanto ecossistemas com mudanças sazonais violentas (como no ártico ou nos hábitats temperados) têm mais populações limitadas por fatores físicos. Qualquer uma das formas de limitação pode funcionar por meio do aumento da taxa de mortalidade, por redução da fertilidade ou por ambos.

As restrições sobre crescimento populacional agem através das necessidades do organismo para a sobrevivência e reprodução. Quando o suprimento de um desses requisitos é insuficiente para sustentar o crescimento da população, diz-se que essa necessidade ou requisito é um fator limitante. A falta de alguns desses requisitos, como luz, água, locais para aninhar e vários nutrientes, pode ser limitante. Diferentes fatores podem ser limitantes em momentos diferentes. Se uma fonte abundante de um fator limitante é suprida para uma população, a população se expandirá até que o suprimento de um outro fator seja esgotado.

A pressuposição comum de que somente um fator limitante restringe o crescimento de uma população a qualquer dado momento é uma supersimplificação, pois a limitação da população é o efeito cumulativo das mortes e das perdas de chances de reprodução dos indivíduos da população, eventos que inevitavelmente aparecem a partir de várias causas diferentes. Mesmo o crescimento de um simples indivíduo não é sempre limitado por um só fator, pois o suprimento de quantidades adicionais de mais de um fator pode resultar no mínimo em algum aumento no crescimento. A generalização de fatores limitantes únicos está suficientemente próximo da verdade para poder ser útil em aplicações tais como recomendações de fertilizantes na agricultura. Em outras situações, a existência de múltiplos fatores limitantes tem implicações significativas para a estimativa da capacidade de suporte.

DEFINIÇÕES DE CAPACIDADE DE SUPORTE

O termo capacidade de suporte tem sido usado por pessoas que trabalham em biologia, antropologia, geografia, manejo de pastagens, pescaria, manejo da vida silvestre e manejo de negócios com significados diferentes, porém relacionados. Todos se referem ao número de indivíduos que podem ser suportados em uma dada área; o nível de consumo ao qual eles devem ser suportados e o tempo ao longo do qual a área será capaz de prover esse suporte, variam com a definição.

A capacidade de suporte pode ser classificada pelo horizonte de tempo da estimativa, produzindo duas categorias: instantâneo e sustentável. As definições podem ser ainda mais subdivididas dependendo delas serem estáticas ou dinâmicas; determinísticas ou estocásticas; baseadas em um só fator limitante, vários fatores limitantes possíveis, ou uma medida combinada representando as contribuições de vários fatores. Em sistemas estáticos os valores de todas as variáveis são constantes através do tempo, enquanto as estimativas dinâmicas permitem mudanças com o tempo. As estimativas determinísticas são baseadas em valores fixos para todos os parâmetros, enquanto que as estimativas estocásticas incluem variações ao acaso em pelo menos alguns dos parâmetros (com o resultado de que a probabilidade de um resultado é menos que um). Como o mundo real é caracterizado tanto pelas mudanças com o tempo quanto pela variabilidade, as estimativas estocásticas dinâmicas deveriam levar às estimativas de capacidade de suporte mais realísticas.

CAPACIDADES DE SUPORTE INSTANTÂNEAS

A equação logística que descreve a curva de crescimento populacional em forma de "S" ou sigmóide, é a que precede as outras classes de capacidade de suporte. Embora eu não acredite que essa equação devesse ser aplicada às seres humanos, ela tem historicamente desempenhado um papel proeminente na estimativa da capacidade de suporte humano. A equação logística foi derivada por Verhulst (1838) e independentemente por Pearl & Reed (1920), e foi projetada em ambos os casos para uso com populações humanas. Pearl & Reed (1920) usaram a equação logística para descrever o crescimento da população nos Estados Unidos baseados em dados de recenseamentos feitos cada dez anos desde 1790. Foram feitas revisões das estimativas depois de cada recenseamento até 1940 (Pearl et al., 1940; Reed, 1936). Os resultados foram tão acurados que a população podia ser calculada com

uma diferença de alguns milhares de indivíduos, um feito que assombrou estatísticos (Snedecor & Cochran, 1967: 449). As deficiências da equação logística como um instrumento para calcular as capacidades de suporte humano tornam-se mais evidentes nos anos seguintes a 1940. Ao se ajustar a curva através do censo de 1940 produziu um valor para a densidade de saturação ou capacidade de suporte logístico (K) de 184 milhões para os Estados Unidos (Pearl et al., 1940). Que a população tenha aumentado muito além desse número é menos surpreendente do que o ajustamento notável obtido até 1940 usando-se uma equação tão simples quanto a logística. A equação logística é baseada em uma longa lista de pressuposições, forçando sua aplicabilidade para organismos tão simples quanto um cladocera como Daphnia (Frank, 1957), ou até para um protozoário como Paramecium (Hairston et al., 1969). Kingsland (1982) delineou os processos sociais dentro da comunidade científica que ajudam a entender o uso generalizado desta equação ao longo das décadas após 1920, mesmo frente às indicações ao contrário. Apesar das limitações severas da equação, o cálculo da capacidade de suporte para populações humanas por meio da aplicação de técnicas de ajustamento de curvas, utilizando dados demográficos históricos, ainda persiste (e.g. Schacht, 1980).

Os seres humanos claramente não se enquadram em pressuposições tais como ausência de estrutura etária e de demoras no tempo, ou equivalência ecológica completa de todos os indivíduos, muito menos em interposição, de uma teia de relacionamentos tal complexos quanto os apresentados pela cultura humana entre a "causa" de um dado aumento na densidade da população e o "efeito" de uma dada mudança na taxa de crescimento populacional. O termo da equação logística que representa a "resistência ambiental" tem pouca relação funcional com o processo real em vigor nos Estados Unidos durante o período em que o crescimento populacional exponencial começou a desacelerar na transição demográfica.

Uma maneira de modificar a equação logística para aliviar algumas de suas limitações é o acréscimo de termos estocásticos, feito por Levins (1969) e May (1973: 122). As simulações por computador de populações de organismos hipotéticos mostraram que a alta variabilidade na capacidade de suporte logístico leva a taxas de extinção mais altas e a tamanhos menores de população (Roff, 1974: 264-265). Existem outros modelos contínuos que evitam algumas, mas de maneira nenhuma todas as restrições da logística.

A "capacidade de suporte" na equação logística, (incluindo suas versões modificadas) estabelece o limite superior para a curva de crescimento e é um valor instantâneo

relacionado com a habilidade da população em sobreviver e reproduzir a um dado nível de consumo de recursos, não com a sustentabilidade a longo prazo dos níveis do fornecimento desses recursos. Discussões da equação logística, especialmente no contexto da aplicação para populações humanas, freqüentemente supõe erradamente que o seu valor de capacidade de suporte é sustentável (e.g. Hardesty, 1977: 195, de outra forma uma revisão muito útil da capacidade de suporte humano).

São abundantes os exemplos dos cálculos da capacidade de suporte no campo do manejo de pastagens. A maioria da utilização do termo "capacidade de suporte" em estudos de manejo de pastagens se refere a uma capacidade de suporte sustentável. No entanto, alguns autores, incluindo a maior parte da contribuição brasileira para esse campo, claramente usam esse termo para se referir a um relacionamento instantâneo, o qual este texto irá se referir como "capacidade de alimentar a curto prazo" quando tratando de manejo e produção de pastagem.

Algumas técnicas para estimativa da capacidade de suporte humano determinam quando a capacidade de suporte foi excedida por alguma mudança comportamental na população. Tais mudanças comportamentais indicam que a taxa de produção que está sendo obtida é insatisfatória pelo padrão culturalmente definido pela própria população. Esses métodos funcionam somente para populações observadas durante o período em que a capacidade de suporte instantâneo é excedida, ou quando existem subpopulações separadas que podem ser observadas ao mesmo tempo exibindo comportamentos diferentes a densidades diferentes. Os exemplos incluem estudos por Hunter (1966) em Gana, onde a emigração a partir de áreas densamente povoadas indicada pela mudança das razões dos sexos mostrou que esse ponto havia sido ultrapassado, e por Vermeer (1970) na Nigéria onde um encurtamento do período de pousío entre os agricultores de cultura itinerante a altas densidades populacionais indicou que a capacidade de suporte instantâneo tinha sido alcançado. Neste último estudo, algumas indicações gerais podem ser deduzidas também sobre a capacidade de suporte sustentável, sendo que o período mínimo de pousío de dez anos tradicionalmente em uso nas áreas escassamente povoadas parece ser sustentável, enquanto o pousío de dois anos nas áreas densamente povoadas resulta em uma visível degradação ambiental.

Informações fornecidas por cálculos da capacidade de suporte instantâneo como essas, quando conjugada com informações de outros estudos sobre mudanças de solos, produções e vegetação sob diferentes regimes de pousío, pode

levar a conclusões úteis a respeito dos níveis sustentáveis de população, com pressuposições apropriadas sobre o consumo e a tecnologia. O problema principal com a aplicação desses métodos é a necessidade de populações comparáveis a diferentes densidades populacionais variando desde níveis abaixo até níveis acima da capacidade de suporte instantâneo.

Muitos dos estudos da cultura itinerante que têm sido feitos com a intenção declarada de produzir estimativas da capacidade de suporte sustentável seriam mais acuradamente categorizados como instantâneo. As fórmulas para cultura itinerante usadas nesse tipo de estudo serão discutidas em maiores detalhes na próxima seção. Os cálculos também são feitos sem preocupação com a sustentabilidade em uma ampla classe de estudos de agricultura não-itinerante (e.g., Cook, 1970).

CAPACIDADES DE SUPORTE SUSTENTÁVEIS

A definição básica de capacidade de suporte sustentável, adaptada da definição usada por Allan (1949, 1965), em seu trabalho pioneiro sobre estimativa de capacidades de suporte para agricultores de cultura itinerante em Zâmbia (então Rodésia do Norte) é: o número máximo de pessoas que podem ser sustentadas permanentemente em uma área, com uma dada tecnologia e conjunto de hábitos de consumo, sem causar degradação ambiental.

Arqueólogos fizeram diversas estimativas de capacidade de suporte humano, normalmente baseando a seleção do valor da capacidade de suporte sobre as seguintes observações: 1) a população em estudo sobreviveu e se reproduziu com sucesso a uma dada densidade de população durante um período de tempo e 2) a população não destruiu o solo e outros recursos nesse processo. As muitas savanas antigas antropogênicas, isto é feitas pelo ser humano, pelos trópicos atestam à freqüente violação da "harmonia com a natureza" muitas vezes presumida pelos investigadores.[1]

Alguns antropólogos que escrevem sobre os grupos aborígenos contemporâneos e extintos usaram os mesmos tipos de observações gerais sobre a persistência e equilíbrio aparente para extrair inferências qualitativas acerca de capacidades de suporte (e.g. Meggers, 1971). Muitos padrões de comportamento social têm impactos sobre as taxas de natalidade e mortalidade. Alguns autores comutam entre definições de capacidade de suporte. Um exemplo é o grupo de modelagem "Clube de Roma", que resumiu suas simulações de computador das tendências da população do mundo, recursos e

poluição em Os limites de Crescimento (D.H. Meadows et al., 1972). Uma equação logística de capacidade de suporte é usada para uma parte da discussão do grupo (D.H. Meadows et al., 1972: 100-101), mas uma capacidade de suporte sustentável é claramente o objetivo do grosso dos escritos do grupo, incluindo o trabalho sobre a capacidade de suporte do globo (Randers & Meadows, 1972). A razão mais comum para tal confusão entre capacidade de suporte instantâneo e sustentável é a impossibilidade de reconhecer a falta de conexão entre os níveis de exploração que correspondem à manutenção da sobrevivência e reprodução em qualquer dado ponto do tempo e as taxas de exploração que evitam a degradação a longo prazo da base de recursos.

****

FORMULAS PARA CAPACIDADE DE SUPORTE DE CULTURA ITINERANTE

I. ALLAN, 1949: 14-15

$$\text{Área de terra requerida por cabeça} = 100\ C\ L/P$$

onde:

C = o fator de cultivação, o qual é "uma expressão do número de "áreas de horta" necessárias para cada tipo de terra para permitir um ciclo completo de cultivo e regeneração normalmente praticado naquele tipo (de terra) sob o sistema para o qual se aplica o cálculo". Uma área de horta é a "área em cultivo em qualquer dado momento" (Allan, 1965: 30). Isso é calculado como:

$$C = \frac{\text{período de cultivo} + \text{período de pousío}}{\text{período de cultivo}}$$

onde:

L = extensão em acres em cultivo em qualquer tempo por cabeça de população

P = A porcentagem cultivável do tipo de terra.

A "capacidade de suporte total" é o total da área de terra disponível para a comunidade dividida pela área necessária por cabeça.

II. CONKLIN, 1959: 63

Tamanho crítico da população:

$$Cs = \frac{L}{A\ T}$$

onde:

Cs = tamanho crítico da população

L = máximo de terra cultivável disponível (convenientemente expressa em hectares)

A = área média mínima necessitada para derrubada, por ano, por indivíduo (em hectares)

T = duração média mínima para um ciclo agrícola completo (em anos)

Densidade crítica de população:

$$Cd = 100\ Cs/L$$

onde:

Cd = densidade crítica de população (em pessoas por quilômetro quadrado de L).

III. CARNEIRO, 1960: 230

$$P = \frac{T\ Y\ /\ (R + Y)}{A}$$

onde:

P = a população da comunidade que "pode ser suportada permanentemente em um local"

T = a área total da terra arável (em acres) que está dentro de uma distância da acessível a pé da vila

Y = o número de anos em que um trecho de terra continua a produzir antes que tenha de ser abandonado

R = o número de anos em que um trecho deve ser deixado em pousío antes que possa ser cultivado

A = a área de terra cultivada (em acres) necessária para fornecer ao indivíduo médio a quantidade de alimento que normalmente retira por ano das plantas cultivadas

IV. GOUROU, 1966: 45; 1971: 188

$$\text{Densidade potencial de população} = A\ C\ /\ B$$

onde:

A = o número de hectares cultiváveis por quilômetro quadrado(= percentual da área total)

C = o número de habitantes por hectare derrubado cada ano

B = a duração da rotação (cultivo mais pousío)

V. FEARNSIDE, 1972: 487-488

$$A = B\ D\ /\ C$$

onde:

A = hectares por pessoa em capacidade de suporte

B = média do consumo/pessoa/ano

C = produção da terra de qualidade "Q" sob sistema agrícola "S"/ano

D = número de unidades de área necessárias para um ciclo itinerante de equilíbrio a longo prazo, onde uma unidade de área é a área de terra que precisa ser cultivada a qualquer dado momento para suportar uma pessoa. O número de unidades de área é dado por:

$$D = (E\ /\ F) + 1$$

onde:

E = número de anos necessários para que a terra abandonada se recupere
F = número de anos em que um trecho pode ser cultivado antes que tenha de ser abandonado

VI. FAECHEM, 1973: 234-235

$$W = a / (C\ L)$$

onde:

W = capacidade de suporte = população teórica máxima
a = área de terra cultivável (ha)
C = fator de cultivação = número de áreas de horta necessárias para completar um ciclo de cultivo e de regeneração = (tempo de pousío + tempo de cultivo)/ tempo de cultivo
L = área média atualmente cultivada per cápita (ha/cápita)

****

As fórmulas no box para o cálculo da capacidade de suporte sob sistemas de cultura itinerante podem ser reduzidas algebraicamente para uma forma comum (Faechem, 1973).[2] Faechem reduz mais o resultado em uma expressão, indicando que a razão entre o que ele chama "população teórica" e a população atual é igual à razão entre terra disponível e a terra em uso. Uma pressuposição não declarada de Faechem é que a população atual, que é computada a partir da área média per cápita atualmente necessária para completar um ciclo agrícola completo, está em equilíbrio. A pressuposição do equilíbrio está indicada pela utilização de valores para as áreas cultivadas e em pousío que correspondem aos tempos de cultivo e de pousío que são usados como parâmetros de entrada na fórmula. Como Street (1969) mostrou, a pressuposição do equilíbrio é freqüentemente feita involuntariamente por aqueles que tentam fazer estimativas de capacidade de suporte que resultam em discussões circulares. Felizmente, as fórmulas de capacidade de suporte de cultura itinerante, apesar da pletora de pressuposições limitantes,

ainda pode ter alguma utilidade. Se as entradas da equação forem determinadas através de medições independentes de outras partes das equações (determinando tempos de pousío baseando-se em estudos de estoques de nutrientes e requerimentos de área de terra baseando-se em observações das produções e requisitos nutricionais), então a informação obtida a partir dos cálculos subseqüentes é válida dentro das limitações das pressuposições sobre as quais se baseiam as equações.

O "conceito" de capacidade de suporte, no sentido representado pelas fórmulas de cultura itinerante, tem sido atacado por Brush (1975) e Hayden (1975), e defendido por Glassow (1978). Brush (1975: 806) acredita que "o principal ponto fraco do conceito de capacidade de suporte é o fato que a teoria de homeostasis, inerente no conceito, não é nem testável nem refutável". A "teoria de homeostasis" aqui se refere em particular aos ajustamentos comportamentais de um grupo, destinados a manter o equilíbrio, os quais pesquisadores tem colocado como causados por mudanças da densidade populacional em relação à capacidade de suporte. A questão chave é o uso que está sendo feito das estimativas de capacidade de suporte, ao invés da validez das estimativas em sí. Quando a capacidade de suporte é usada como instrumento explanatório para mudanças constatadas em padrões culturais, deve-se identificar os mecanismos pelos quais a aproximação ou ultrapassagem da capacidade de suporte pela população tenha uma retroalimentação para a cultura, tanto no nível de ajustamento a curto prazo como no nível de mudanças a longo prazo por evolução cultural. Para uma entrada neste debate, ver Brush (1976), Cowgill (1975), Vayda (1969, 1976) e Vayda & McCay (1975). A finalidade do atual estudo da capacidade de suporte na Transamazônica, porém, é de produzir um indicador que poderia ser usado no planejamento populacional e de desenvolvimento, ao invés de explicar mudanças demográficas ou tecnológicas.

Hayden (1975: 11) acredita que "os problemas práticos envolvidos na medição e na utilização da capacidade de suporte têm demonstrado que o conceito é deficiente em teoria, pouco realístico na implementação e impossível de mensurar". Ele propõe "abandonar" a capacidade de suporte para substituí-la por uma medida chamada a "taxa de sobre-exploração de recursos". Essa taxa é vista como uma função com três variáveis: 1) o "potencial das freqüências de ocorrência de intensidade do recurso", que essencialmente é a freqüência de declínios na disponibilidade de recursos no território que suporta a população, ou "estações magras" (Bartholomew & Birdsell, 1953); 2) o potencial tecnológico e

3) a densidade de população. A medição de Hayden, corretamente, dá ênfase à variabilidade no abastecimento de alimentos e de outros recursos, uma coisa que está faltando nas fórmulas para estimar a capacidade de suporte sob cultura itinerante. Hayden argumenta que a freqüência, duração e a severidade de épocas carentes de recursos (períodos em que a população ultrapassa a capacidade de suporte instantânea) serão os fatores mais importantes afetando a resposta, se houver, que uma população humana apresentaria quando experimentando tais carências.

A medida alternativa de Hayden, na realidade, não é um substituto para a capacidade de suporte: se fosse solucionada a equação de taxa de sobre-exploração de recursos, para o termo que representa a densidade populacional e se a taxa de sobre-exploração de recursos fosse fixada em um valor igual ao de um limite máximo aceitável, o resultado obtido seria um valor muito parecido com a capacidade de suporte, como definida operacionalmente no estudo atual da Transamazônica, desde que o critério adicional de sustentabilidade seja obedecido. Como no caso das críticas feitas por Brush (1975) a capacidade de suporte, as principais reservas de Hayden também focalizam sobre as declarações às vezes feitas para estimativas, com fórmulas de agricultura itinerante, como explicações de acontecimentos na evolução de culturas, ao invés dos problemas das fórmulas de capacidade de suporte em si. A ênfase dada por Hayden sobre a importância da variabilidade é apropriada, não só para as interpretações arqueológicas que ele procura, como também para a tarefa do atual estudo para desenvolver a capacidade de suporte como um instrumento de planejamento.

Tanto Brush como Hayden se desanimam frente à dificuldade de se obter estimativas dos parâmetros necessários para cálculos de capacidade de suporte, porém, como Glassow (1978) salienta, isto não é uma razão para abandonar a tentativa. A importância em potencial da capacidade de suporte para formular políticas sustentáveis de população e de desenvolvimento leva à necessidade de mais esforço, tanto na elaboração teórica quanto na colheita de dados reais.

Bayliss-Smith (1980) fez uma contribuição significante na abordagem da capacidade de suporte, de maneira que podia predizer resultados utilizáveis por planejadores. O método de Bayliss-Smith também permite a estimativa daquilo que ele denomina de "capacidade de suporte percebida", que é uma quantidade que se acredita ser mais relevante à explicação do comportamento humano, que é a capacidade de suporte baseada na aptidão do meio ambiente em abastecer o sustento a um dado

nível durante um período indefinido. O enfoque de Bayliss-Smith é sobre a relação entre a intensificação agrícola, insumos de mão-de-obra e saídas de produtos, sendo o passo crítico a construção de um gráfico da produção por homem-hora versus a produção por hectare. A produção por hectare é alta a níveis baixos de produção por homem-hora, porém após um ponto crítico, esta cai a um nível mais baixo na medida em que a produção por homem-hora aumenta. A capacidade de suporte corresponde ao ponto na curva onde a produção por hectare começa a cair subitamente com o aumento da produção por homem-hora. O método vai além do cálculo de uma única capacidade de suporte: produz-se uma matriz de valores para o insumo de mão-de-obra por pessoa produtiva, que é necessária para sustentar uma população, a uma série de densidades populacionais abaixo da capacidade de suporte e a uma série de níveis de consumo acima do valor de "subsistência" usada para definir a capacidade de suporte. Uma matriz deste tipo tem um valor óbvio para planejadores contemplando o efeito de diferentes densidades populacionais sobre o consumo e o tempo livre.

Bayliss-Smith (1980: 62) deixa claro que seu método dá ênfase ao tempo livre e ao excedente de produção, e deixa fora alguns fatores, tais como a variabilidade nas produções das culturas e nas necessidades de mão-de-obra. As escolhas dele parecem ser apropriadas para as ilhas Fiji, o local do projeto UNESCO do qual o seu trabalho faz parte. Diferenças significativas entre Fiji e a Transamazônica faz com que outras escolhas sejam apropriadas para o atual estudo. A taioba (Colocasia spp.), que forma a base da dieta dos agricultores na Fiji, pode ser esperada a produzir safras relativamente estáveis de um ano para outro e de um agricultor para outro, como é o caso para a maioria das culturas de tubérculos nas áreas tropicais livres de geada. A variação nas produções é uma grande preocupação para colonos na Transamazônica, cujo arroz de sequeiro é plantado em roças sujeitas a queimas pobres e outros riscos. Além disso, o alto valor dado pelos Fijianos ao tempo livre não é compartilhado pelos agricultores pioneiros na Amazônia, fora da observância de domingos e alguns poucos feriados religiosos. A maior parte dos colonos da Transamazônica tomam muito cuidado de sempre dar a aparência de estarem ocupados, e são rápidos a aplicar apelidos insultantes a qualquer um dos seus vizinhos que não esteja visivelmente ocupado. Portanto, o atual estudo da Transamazônica tem dado a sua maior ênfase sobre a variabilidade nas produções das culturas, e nos muitos fatores que afetam estas produções.

UMA DEFINIÇÃO OPERACIONAL DE CAPACIDADE DE SUPORTE

Capacidade de suporte sustentável é definida operacionalmente em termos de um gradiente de probabilidades de fracasso, ou perfil de fracasso por densidade de população (Figura 3.2). As taxas de fracasso são aquelas que são sustentáveis durante algum longo período de tempo às densidades correspondentes de população humana. O critério para o fracasso pode ser definido de muitas maneiras e pode incluir múltiplos fatores limitantes ou combinações de fatores. Eles podem incluir medidas de degradação ambiental bem como de consumo individual. A focalização sobre os níveis individuais de consumo contrasta com o critério de consumo médio da área, como um todo, implícita na maioria das definições.[3]

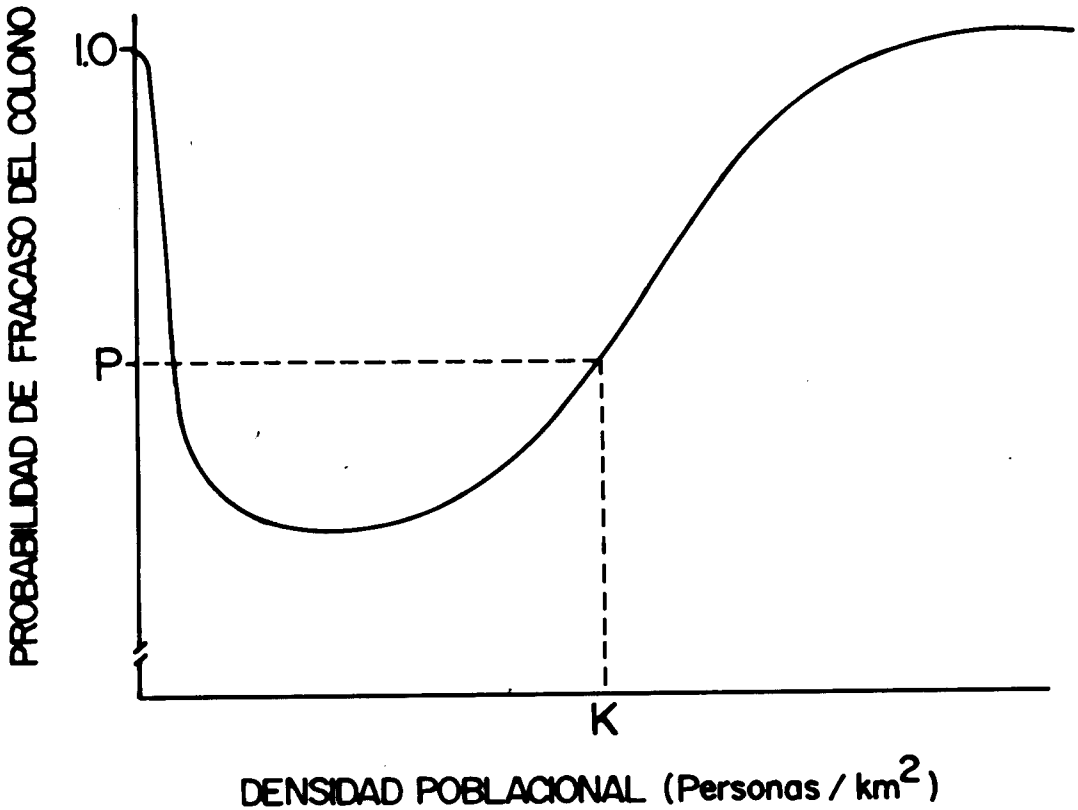
(Fig. 3-2)

(Legenda da Figura 3-2)

Fig. 3.2. A capacidade de suporte (K), determinada a partir de um gradiente de aumento da probabilidade de fracasso do colono com aumento de densidade populacional humana (perfil de probabilidades de fracasso e densidade populacional). (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

A probabilidade máxima aceitável de fracasso do colono, bem como os critérios de fracasso, pode ser escolhida de acordo com os valores definidos socialmente. As probabilidades de fracasso aumentam com a densidade humana em um relacionamento hipotético que deveria se aplicar dentro de algum âmbito de densidades humanas possíveis. Note-se que a curva da Figura 3.2 chega à probabilidade de fracasso de um ao encontrar-se com o eixo vertical. Seria de se esperar que aparecesse uma probabilidade de fracasso a baixas densidades de população devido a um tipo de "efeito Allan", o fenômeno de redução da sobrevivência e da procriação a baixas densidades que é comum em muitas espécies (ver E.P. Odum, 1971). Para os seres humanos, a probabilidade de fracassar na manutenção de padrões de consumo adequados aumentaria a densidades muito baixas, devido às dificuldades decorrentes da falta de infra-estrutura, cooperatividade e outros benefícios da sociedade.

Uma vez que tenha sido selecionada uma probabilidade


PROBABILIDAD DE FRACASO DEL COLONO
1.0
P
K
DENSIDAD POBLACIONAL (Personas / km2)

máxima aceitável para o fracasso do colono (ponto "P" da Figura 3.2), a capacidade de suporte (K) é a densidade de população correspondente. Às densidades maiores, os efeitos dependentes de densidade causam a probabilidade combinada (dependente e independente de densidade) de fracasso até exceder "P". Em um caso onde os níveis de risco extremamente altos fazem com que a curva exceda a probabilidade máxima aceitável de fracasso do colono em todos os pontos, a solução razoável seria selecionar a probabilidade mínima de fracasso como o ponto correspondente a K.

PRESSUPOSIÇÕES NAS ESTIMATIVAS DE CAPACIDADE DE SUPORTE

As pressuposições das estimativas da capacidade de suporte freqüentemente invalidam as técnicas para os seus propósitos intencionados. Street (1969) identificou várias pressuposições comuns a tais estudos e criticou pesquisadores bem conhecidos no campo, como Carneiro (1960), Conklin (1959), e Brookfield & Brown (1963) por falta de atenção com as pressuposições. A crítica mais fulminante de Street é dirigida contra as pressuposições destes autores de que as práticas de agricultura e de pousío em uso no momento do trabalho de campo não resultem em degradação ambiental. Se estiver havendo degradação na área, então os valores da capacidade de suporte obtidos pela substituição do tempo de pousío, tempo de cultivo observados e assim por diante, pelos parâmetros de uma fórmula de cultura itinerante, irão exceder a capacidade de suporte sustentável.

Em estudos de capacidade de suporte muitas variáveis são freqüentemente presumidas como constantes ao longo do tempo. Elas incluem a tecnologia, padrões de consumo e alocação do uso da terra (Street, 1969). Outras pressuposições são freqüentemente feitas involuntariamente nas estimativas de capacidade de suporte, tais como as que são baseadas em formulas de cultura itinerante, inclusive os efeitos densidade-dependentes das pragas de insetos e ervas daninhas. Street enfatizou que esses problemas biológicos podem atuar de maneira a reduzir as produções a medida em que aumenta a intensidade do uso da terra. Por exemplo, o efeito benéfico de um pousío no controle de populações de pragas (Pool, 1972) e ervas daninhas (Popenoe, 1960) será perdido se o pousío for eliminado em favor de cultivo contínuo. Além disso, os estudos baseados em evidência da degradação da qualidade do solo e das taxas de regeneração, devem também encarar os problemas inevitáveis da medição da qualidade do solo, inclusive do difícil problema de medir nutrientes "disponíveis" relevantes para a predição da produção da

cultura.

VARIABILIDADE

Podem ser acrescentadas à lista de Street várias pressuposições adicionais. Uma, de grande importância, é a pressuposição que tem sido o foco do estudo da rodovia Transamazônica: a variabilidade. Os altos níveis de variabilidade que caracterizam a agricultura tropical reduzirão a capacidade de suporte tanto pela necessidade do plantio de um grande tampão de terra adicional cada ano como uma segurança contra a produção pobre e reduzindo a margem de fracasso que protege a população dos fracassos devidos tanto às causas relacionadas com a densidade como aos níveis de fundo de fracassos independentes de densidade. Em termos do relacionamento descrito na Figura 3.2, formula-se a hipótese que o aumento da variabilidade elevaria a curva para cima na região da probabilidade relativamente baixa do fracasso do colono à esquerda do gráfico, incluindo o ponto correspondendo à probabilidade máxima aceitável do fracasso do colono (P). Isso diminuiria a capacidade de suporte de k_1 para k_2 (Figura 3.3). A formulação inicial não antecipou o efeito da variabilidade no abaixamento da curva da probabilidade de fracasso da Figura 3.3 em suas densidades populacionais muito altas: esse resultado perfeitamente lógico foi descoberto ao se executar simulações do sistema da rodovia Transamazônica (Capítulo 5).

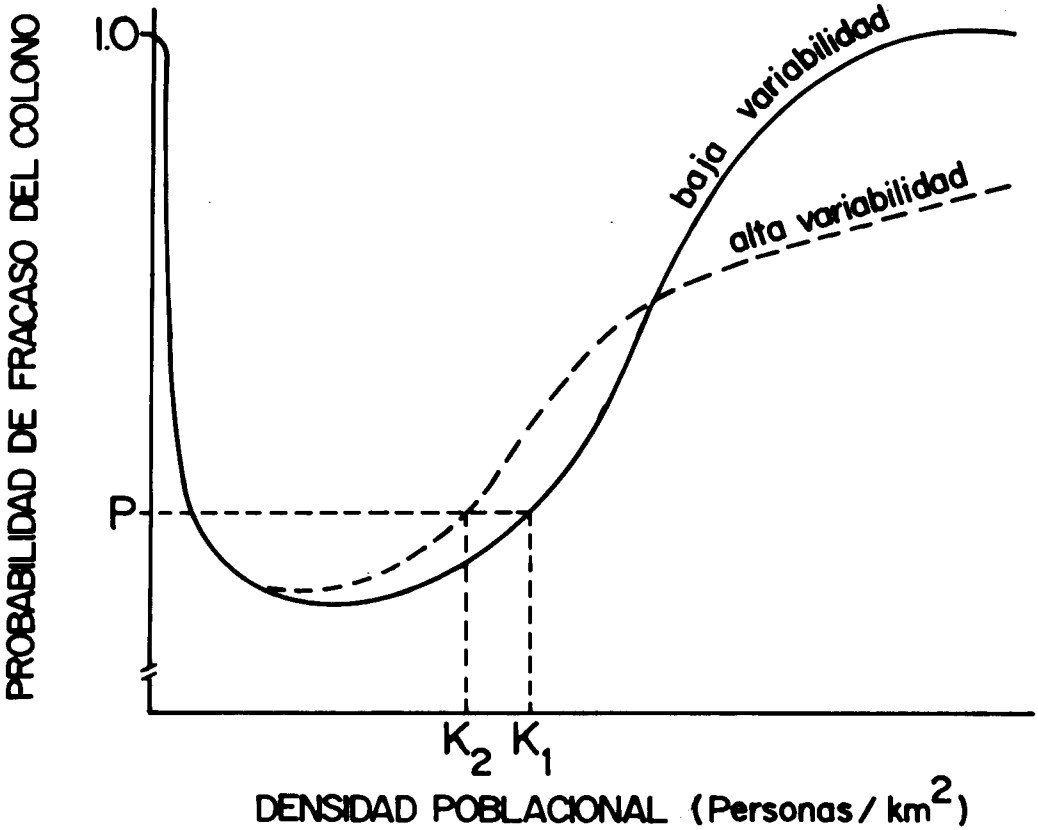
(Fig. 3-3)

(Legenda da Figura 3-3)

Fig. 3.3. O efeito hipotético da variabilidade sobre as probabilidades de fracasso e sobre a capacidade de suporte. (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

Muitas aplicações das fórmulas de cultura itinerante presumiram que se obtém uma produção constante a cada ano. Uma exceção importante é a clássica discussão de Allan do "excedente natural da agricultura de subsistência" proveniente de áreas tampão plantadas por agricultores de subsistência em Zambia como uma proteção contra as flutuações da produção (1965: 38).

FATORES LIMITANTES


PROBABILIDAD DE FRACASO DEL COLONO
1.0
P
baja variabilidad
alta variabilidad
K2
K1
DENSIDAD POBLACIONAL (Personas / km2)

Um problema periódico ao se fazer estimativas de capacidade de suporte é o de selecionar fatores limitantes apropriados. A maioria das estimativas que usam as fórmulas de cultura itinerante são baseadas em um único fator limitante, normalmente calorias.[4] O mesmo é verdade para os modelos mundiais de Forrester & Meadows. A escolha das calorias muitas vezes é lamentável, pois as populações tropicais, para as quais foram feitas a maioria das estimativas, normalmente têm muito mais fontes imediatamente disponíveis de recursos de calorias a partir de culturas de raízes do que têm de proteína, especialmente de proteína animal. Basear uma estimativa de capacidade de suporte somente sobre calorias pode produzir resultados pelo menos uma ordem de grandeza mais alta do que as estimativas que incluem proteína animal. Usando-se somente calorias da mandioca, por exemplo, Fautereau (1952, citado por Carneiro, 1960) calculou que 1.250 pessoas/km^2 poderiam ser suportadas em uma área da Guiana Francesa. A importância da proteina foi reconhecida por Denevan (1970), Gross (1975), Lathrap (1968) e outros, mas as estimativas da capacidade de suporte baseadas em calorias somente ainda são comuns, e.g. Carol (1973) para África tropical e Shantzis & Behrens (1973) para os Maring, de Papua Nova Guiné, entre muitos outros exemplos.

Howard T. Odum tem lutado com o espinhoso problema dos fatores limitantes na capacidade de suporte, um objetivo final da maioria do seu trabalho: "A essência do problema da produção de alimento para o mundo é: qual é a capacidade de suporte da superfície do globo para o homem?" (1971: 125). Ao mesmo tempo ele reconhece as dificuldades com a sua abordagem de conversão de todos os fluxos em diferentes sistemas modelados em kilocalorias de energia: "A capacidade de suporte de uma área não pode ser computada na base do ganho de 3.000 calorias de energia, porque também são necessários os componentes especiais, cada um dos quais tem um custo de energia. O valor energético de uma vitamina não é seu valor potencial como combustível mas o gasto de energia necessário para manufaturá-la e entregá-la ao homem" (124).

A solução de Howard T. Odum para o problema dos componentes especiais, tais como vitaminas, é convertê-los em quantias maiores de energia do que se ganharia pela queima da mesma vitamina em um calorímetro. A simplicidade ganha pela conversão de tudo em uma moeda comum tem sido um instrumento valioso para desenvolver a compreensão de sistemas completos e de paralelos entre sistemas de tipos diferentes. Tem sido também valioso na elucidação de uma multidão de maneiras em que as sociedades tecnificadas atuais dependem desesperadamente do combustível fóssil para sua riqueza e

sobrevivência. Além das vantagens de ser capaz de visualizar um sistema humano inteiro a partir de uma única página de símbolos de fluxogramas, existem preços a pagar pela perda da informação. Um é a magnificação de erros provenientes da conversão de pequenas quantidades, como a vitamina no exemplo de Odum, para grandes quantias de calorias: pequenos erros na quantidade da vitamina resultariam em grandes erros no resultado calórico. Um problema mais fundamental é disfarçar as limitações dos recursos que não são tão facilmente substituíveis como as conversões calóricas poderiam sugerir. Limites culturalmente definidos das substituições aceitáveis podem ser uma complicação adicional (Bayliss-Smith, 1974). Um terceiro inconveniente é um que é compartilhado por esses modelos análogos com os modelos de sistemas dinâmicos de Forrester para computador digital (1970, 1971) é a perda de informação acerca da natureza e efeitos da variabilidade nos diferentes componentes, o que resulta na condensação da informação que representa o valor "médio" para todo um sistema em uma única caixa, seja ela rotulada "qualidade da terra" ou "kilocalorias". Todos esses problemas são indicações da dificuldade de se fazer determinações da capacidade de suporte baseadas em um único fator limitante.

O problema de fatores limitantes na capacidade de suporte tem sido tratado por Hubbell, que argumenta fortemente contra a "enxurrada de respostas de fatores únicos, nos últimos 20 anos" (1973: 95). Ele sugere ao invés que "vários fatores podem agir simultaneamente, concebivelmente igualmente" na limitação da capacidade de suporte instantânea. O mesmo também poderia ser dito para a capacidade de suporte sustentável.

Em seu estudo das populações aborígenes associadas aos antigos missões espanhóis na Baja Califórnia, Aschmann reconheceu que o problema de fatores limitantes únicos está intimamente ligado ao da variabilidade:

> A disponibilidade sazonal de um alimento específica era provavelmente de maior significado do que a quantia presente. A capacidade de suporte da área, em termos de uma população humana que fez pouco esforço para armazenar alimento, precisa ser estabelecida em termos de o que estava disponível na estação mais pobre de vários anos, não em termos do suprimento médio de alimento. Conseqüentemente, um alimento disponível somente em pequenas quantidades e normalmente desprezado pode ser aquele que nos momentos críticos impede a inanição. A consideração de somente os dez ou vinte alimentos

mais importantes pode perder esse aspecto crítico da economia do alimento (1959: 78).

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Intimamente associado com o problema dos fatores limitantes no contexto da estimativa da capacidade de suporte sustentável está a definição de degradação ambiental. Nos estudos voltados para um único fator limitante, tal como calorias, é possível contornar esse problema simplesmente pelo equacionamento da degradação com qualquer coisa que reduza o suprimento do nutriente limitante e, em conseqüência, a capacidade de suporte. Carneiro (1960), por exemplo, deixa a degradação inteiramente fora de sua definição. É possível um tratamento muito mais flexível das capacidades de suporte sustentáveis, se se puder acrescentar restrições sobre a degradação como fatores limitantes adicionais que permitirão que uma área seja vista como uma colcha de retalhos de subáreas classificadas diferentemente para as quais se aplicam diferentes padrões de degradação permissíveis. O trabalho de Eugene Odum (1969) sobre a estratégia do desenvolvimento do ecossistema aponta o caminho para essa forma de tomada de decisão em capacidade de suporte baseada em múltiplos critérios. O ambiente é visto como um mosaico de trechos alocados para usos diferentes, com diferentes padrões ambientais a serem mantidos: alguns podem estar alocados para usos que resultam em uma "degradação" por algum critério, enquanto que outros podem permanecer em condição primitiva. A manutenção da integridade dos vários tipos de floresta e reservas biológicas na Amazônia, que têm sido criadas pelo governo brasileiro, é um exemplo desse tipo de critério. Tal critério não pode ser facilmente traduzido em moeda comum tal como kilocalorias para uso em modelos de fatores limitantes únicos.

SELEÇÃO DE PADRÕES APROPRIADOS

Selecionar padrões apropriados para as capacidades de suporte sustentáveis não é tão fácil como pode parecer de início. Preconceitos culturais dos investigadores de sistemas de subsistência podem freqüentemente levar a decisões não apropriadas. Nietschmann (1971) reviu o problema de erro sistemático em estudos de subsistência. No entanto, em áreas de agricultura pioneira completamente integradas na economia monetária, como na rodovia Transamazônica, preconceitos culturais não apresentam um

problema tão difícil. A seleção dos critérios, de qualquer forma, permanece um processo fundamental e um tanto arbitrário.

CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA TERRA

Pressuposições relacionadas à classificação da qualidade da terra têm apresentado dificuldades na estimativa da capacidade de suporte, independentemente da técnica aplicada. Alguns estudos da fórmula da cultura itinerante têm simplesmente presumido qualidade constante de terra "arável" (e.g. Carneiro, 1960). Outros fizeram adaptações das fórmulas básicas para acomodar as diferentes classes de qualidade da terra.[5] Em simulações altamente agregadas tal como os modelos mundiais de Forrester & Meadows, existe também um englobamento de toda a terra "arável" como equivalente. A geração de trechos individuais de terra no modelo KPROG2 da rodovia Transamazônica reduziu a perda da variabilidade pelo englobamento das qualidades da terra em uma ou em algumas poucas classes de qualidade.

TROCA ECONÔMICA

As pressuposições a respeito do isolamento do sistema sob estudo das trocas com o mundo exterior pode afetar grandemente os resultados da capacidade de suporte. Para as tribos aborígenes a pressuposição do isolamento está freqüentemente mais ou menos justificada, mas a situação pode mudar radicalmente onde as economias monetárias se introduzem. No estudo de Nietschmann (1972, 1974) dos índios Miskito, da Nicarágua essa intrusão resultou na destruição das populações de tartaruga marinha da qual dependiam os Miskito. De maneira semelhante, o estudo de Gross & Underwood (1971) do nordeste do Brasil indicou que os agricultores mudando para uma economia de venda baseada em sisal não podiam mais comprar a dieta com a mesma qualidade que haviam apreciado inicialmente proporcionada pela agricultura de subsistência. A variabilidade nos preços do mercado obtida por cada cultura pode também fazer com que a super-dependência da troca com a economia do mercado seja uma causa para o fracasso do colono. A discussão de H.T. Odum em 1971 sobre os efeitos que elevam a capacidade de suporte dos subsídios de força exterior a partir de combustíveis fósseis representa o efeito mais amplamente apreciado de tais trocas.

Trocas dentro da população, bem como as que são efetuadas com o mundo exterior, podem afetar a capacidade de suporte protegendo os indivíduos contra os revezes e

desequilíbrios de sua produção (Freeman, 1955; Sahlins, 1972). Relacionada com isso está a dificuldade em substituir itens específicos por outros, tanto no caso de alimentos quanto de não alimentos.

No caso de sistemas abertos como o da rodovia Transamazônica, as trocas com o exterior se relacionam intimamente com as mudanças da tecnologia agrícola e nos padrões de alocação. As mudanças podem resultar de novos hábitos entre a população existente que acompanham a importação de novas variedades de sementes ou outro material, ou novidades comportamentais ou, como parece ser predominante no momento, do contínuo fluxo de novas famílias de colonos com padrões de comportamento diferentes.

MODELOS PARA A ESTIMATIVA DA CAPACIDADE DE SUPORTE

Os modelos elaborados para a estimativa da capacidade de suporte nos agro-ecossistemas da rodovia Transamazônica foram destinados a evitar as pressuposições anteriores. As características desses modelos são discutidas no Capítulo 5. Espera-se que os modelos sejam utilizados como uma base para futuros estudos e que possam, no futuro, sugerir respostas a algumas perguntas teóricas que marcam a estimativa da capacidade de suporte humano nos agro-ecossistemas tropicais.

MODELOS DE SIMULAÇÃO

A abordagem mais prática para modelar sistemas ecológicos complexos tal como a região da rodovia Transamazônica é o uso de simulações. As simulações normalmente dependem de cálculos matemáticos, ou seu equivalente, mas diferentemente de modelos analíticos, não levam a uma solução que tenha sido "provada", ou deduzida a partir de princípios fundamentais através de uma cadeia de raciocínios matemáticos. Em vez disso, eles usam os relacionamentos no sistema, normalmente abstraídos em um modelo como uma série de equações, para calcular empiricamente os resultados que forem obtidos com um ou com uma série de conjuntos de exemplos específicos de condições iniciais. A simulação possibilita ao investigador aprender mais a respeito do sistema do mundo real que é representado pelo modelo. Muitos modelos são destinados especificamente para uso em simulação. É necessário um vasto número de cálculos de rotina para executar simulações com esses modelos, pois o efeito do tempo é imitado pela "iteração" (ou seja, pela repetição) dos cálculos feitos com as equações diferenciais representando as taxas de mudança. Assim, o uso

de computadores eletrônicos é uma vantagem na execução da simulação, tanto pela sua velocidade quanto pela minimização do erro humano. Qualquer simulação que possa ser feita com a ajuda de um computador poderia ser igualmente feita com um lápis e papel: a contribuição do computador é apenas a velocidade.

Dois tipos de computadores são úteis para simulações. O primeiro é o computador análogo, uma forma de modelo físico que substitui os componentes eletrônicos, tais como as resistências e condensadores, para relações matemáticas. Os componentes são ligados por fios elétricos para representar os fluxos dentro do sistema, e é passada uma corrente (constante ou não) através do circuito. A voltagem em diferentes pontos diz ao investigador como estoques e fluxos de energia ou materiais poderiam se comportar no sistema real análogo. Modelos análogos, que são especialmente apropriados para representar o fluxo de energia nos ecossistemas, foram desenvolvidos para um amplo âmbito de sistemas humanos bem como não humanos (H.T. Odum, 1971, 1983).

O segundo tipo de computador é o computador digital, que representa os relacionamentos do sistema por equações matemáticas para cálculos numéricos. Os computadores digitais são usados para análise de dados e uma variedade cada vez maior de aplicações computacionais na vida diária, além de uma grande variedade de simulações. Sua flexibilidade faz com que sejam altamente apropriados para modelar as redes complexas de relacionamentos nos ecossistemas no mundo real.

VANTAGENS DOS MODELOS DE SIMULAÇÃO

Os modelos de simulação têm várias vantagens nítidas sobre outros. Seus resultados são quantitativos e portanto menos abertos a erros de interpretação e mais fáceis de verificar do que resultados qualitativos. Como as simulações podem ser repetitivas, as chances de identificação e eliminação de erros são muito aumentadas, tanto quando o modelo inicial é desenvolvido quanto quando a comunidade científica o examina e critica. A simulação também permite o exame de cenários hipotéticos que seriam impossíveis ou impraticáveis de serem testados diretamente usando-se o sistema do mundo real. A construção de modelos de simulação impõe (ou deveria impor) uma disciplina sobre os pesquisadores: os modeladores precisam coletar pelo menos alguns dados sobre todos os componentes do modelo; nenhum pode ser ultrapassado, como freqüentemente ocorre em uma descrição em prosa de um argumento ou modelo. As simulações

podem também integrar informação sobre sistemas extremamente complexos, estendendo assim o alcance da mente humana na interpretação de fenômenos complicados. As conclusões alcançadas são portanto menos restritas ao domínio daquilo que já foi intuitivamente aceito pelo pesquisador. A velocidade das simulações, combinada com sua repetibilidade, faz com que sejam estruturas ótimas para a interpretação de novas informações. Os modelos de simulação podem ser expandidos para incluir itens adicionais ou podem ser melhoradas para fazer uso de informações melhores sobre itens já incluídos, muito mais rapidamente e com mais segurança do que outros tipos de modelos. Todas essas características fazem com que os modelos de simulação sejam ideais para o estudo dos ecossistemas, inclusive dos agro-ecossistemas.

Naturalmente, os pesquisadores que usam modelos de simulação e interpretam seus resultados devem estar cientes de algumas armadilhas: supersimplificação que resulta da seleção de componentes pela sua facilidade de medição em vez de sua importância para o funcionamento do sistema real[6]; não coletar dados adequados para parametrizar o modelo, i.e., obter estimativas das entradas dos modelos ("lixo entra, lixo sai"); e uma tendência a extrair informação a partir de um modelo que não foi destinado a produzi-la, e.g. deduzir datas precisas de eventos futuros a partir de um modelo destinado a reproduzir modos de comportamento.[7]

PASSOS NA FORMULAÇÃO DE MODELOS DE SIMULAÇÃO

Os passos envolvidos na conduta da pesquisa com ajuda de modelos de simulação são muito semelhantes aos do método científico tradicional (Tabela 3.2), com a diferença que o modelo precisa ser projetado e verificado, e que as experiências sejam conduzidas no modelo em vez de serem conduzidas em uma parte do próprio mundo real.

(Tabela 3-2)

TABELA 3.2. OS DOIS MÉTODOS

Método Científico Tradicional	Método com Simulação
Observação (informações gerais sobre o sistema)	
Definição do problema (pergunta)	
Geração de idéias (conjecturas de como o sistema funciona = modelo mental)	Formulação de um modelo formal (identificação dos componentes e relacionamentos, propósito do modelo e horizonte de tempo)
Formulação de uma hipótese (uma afirmação testável)	
	Medição de parâmetros
Identificação das predições que seguem da hipótese	Quantificação dos relacionamentos funcionais
	Projeto de uma experiência
	Simulação (experimentando com o modelo, inclusive formulação de hipóteses e predições e aquisição e análise dos dados sobre os resultados do comportamento do modelo)
(manipulação de uma parte do sistema do mundo real)	
Coleta de dados	
Análise dos dados	
	Testes de sensitividade (dados de entrada ou estrutura mudados)
Interpretação dos resultados	

(comparação com as predições)

Validação
(comparação com o com-
portamento conhecido do
sistema no mundo real)

Conclusões sobre o sistema
do mundo real

Conclusões sobre o modelo

A coleta de informações gerais sobre o sistema e a identificação de um problema não ocorrem necessariamente em uma ordem seqüencial. Freqüentemente uma questão é selecionada como importante por razões teóricas baseando-se em informações gerais a partir de um ou mais ecossistemas (e até de teorias não relacionadas com qualquer ecossistema real), e é feita então uma pesquisa para encontrar a locação apropriada para conduzir a investigação. Por exemplo, no estudo da capacidade de suporte da rodovia Transamazônica, o efeito da variabilidade sobre a capacidade de suporte foi avaliada como importante baseando-se em observações dos agro-ecossistemas em outros países, e somente mais tarde foi selecionada a Amazônia brasileira como o lugar apropriado para a realização do estudo.

Uma vez que o problema tenha sido definido e informações básicas tenham sido coletadas, é preciso gerar as idéias a respeito de como o sistema poderá operar. Tais conjecturas levam a um modelo mental, ou verbal, que serve como um ponto de partida para testes mais concretos das possibilidades, tanto através da experimentação tradicional quanto da simulação.

Uma parte essencial do sistema que opera para produzir avanços do conhecimento científico em geral é a geração de idéias, que produz teorias novas e ainda não testadas. Isto desempenha um papel análogo ao da geração de variabilidade genética através da mutação e recombinação na evolução orgânica. O "teorema fundamental da seleção natural" (Fisher, 1958) sustenta que a taxa da evolução é proporcional à variabilidade genética em uma população. Muito da mesma maneira que a seleção natural age para produzir sobrevivência e reprodução diferenciais entre os genótipos concorrentes, o processo paralelo da evolução da ciência ocorre através da experimentação e comparação com teorias rivais.

Os modelos têm <u>variáveis de estado</u>, ou quantidades que representam os componentes do modelo, afetados por outros componentes e por influências fora dos limites do sistema. As influências de fora do sistema que afetam os componentes mas não são afetadas por eles são chamadas de <u>parâmetros</u> quando são constantes e de <u>funções forçantes</u> quando variam.[8]

Agrupar itens do mundo real em componentes de modelo é um passo importante na formulação do modelo. O critério convencional entre muitos (mas não todos) modeladores sustenta que os processos complexos podem ser melhor dissecados em um grande número de componentes muito simples, em vez de em um pequeno número de unidades relativamente

complexas (Watt, 1966: 3). O melhor nível de complexidade a ser mantido em um modelo é assunto de debate, com alguns modeladores preferindo agrupar toda a informação em um esquema tão simplificado quanto possível. Até certo ponto essas decisões dependem da quantidade e qualidade da informação disponível e dos objetivos do esforço da modelagem. Uma formulação clara dos objetivos do modelo é essencial para projetar um modelo apropriado, como o é também o horizonte de tempo ao longo do qual espera-se que o comportamento do modelo represente razoavelmente o sistema do mundo real.

Os componentes de um sistema são freqüentemente representados por caixas em diagramas de fluxo com relacionamentos causais entre eles, representados por setas. Os diagramas são uma ajuda na organização do pensamento sobre o sistema em preparação para traduzir esses relacionamentos em um programa, ou conjunto de instruções a serem seguidas através de uma cadeia de cálculos necessários para imitar as mudanças no sistema. O potencial de economia de tempo de um computador pode ser aproveitado a esse ponto se o programa for escrito em instruções codificadas em uma linguagem como FORTRAN.

Diagramas de fluxo dos relacionamentos do sistema e programas construídos a partir deles, são normalmente caracterizados por várias alças, que são laços ou caminhos fechados que retornam ao seu ponto de origem para influenciar seu próprio comportamento. Existem dois tipos de alças de retroalimentação, com resultados radicalmente diferentes para o comportamento do sistema ou modelo. As alças de retroalimentação positiva reforçam tendências na direção do aumento ou decréscimo do valor de variáveis, enquanto que a alça de retroalimentação negativa tende a reverter os desvios a partir de um estado estável. O resultado de uma alça positiva é que os valores ou variáveis ou explodem ou entram em colapso. Uma alça negativa tende a abafar as oscilações no valor das variáveis, mantendo-as assim aos níveis estáveis. As representações esquemáticas dos relacionamentos de um sistema são elas próprias uma forma de modelo e podem transmitir uma quantidade significativa de informações sobre os padrões de comportamento do sistema. A dificuldade na interpretação desses diagramas aumenta à medida em que a estrutura do modelo se torna mais complexa. Várias alças positivas e negativas podem estar agindo na mesma variável, sendo que a resposta pode ser complicada demais para ser prevista sem se realizar os cálculos com a execução do programa de computador correspondente.

Uma vez que a estrutura do programa está definida, os

dados quantitativos precisam ser coletado para fornecer valores tanto para os parâmetros do modelo quanto para os relacionamentos funcionais. Os relacionamentos funcionais definem como uma variável se altera em relação às variáveis e parâmetros causalmente ligados a ela. Para o modelo representar, de maneira adequada, as partes de um sistema da vida real, tanto a estrutura do modelo quanto os valores das entradas precisam ser baseados em informações que vêm do campo. A falta de observação de campo adequada é uma desvantagem importante para muitos estudos ecológicos baseados em simulação. Os parâmetros e relacionamentos funcionais podem ser quantificados em conjunção com o desenvolvimento da estrutura do modelo, à medida em que a percepção do pesquisador de quais fatores são importantes vai mudando durante o processo de coleta de dados. Os modelos são normalmente simplificados e expandidos para refletir uma melhor compreensão de como funciona o sistema, derivada de observações de campo e de informações sobre o comportamento do modelo que se tornam disponíveis quando se executam as simulações usando-se as versões preliminares dos modelos para computador.

Fazer testes de sensitividade é uma maneira de usar o modelo de simulação para produzir informação útil, tanto sobre as peculiaridades do modelo quanto sobre o sistema real. É feita uma série de execuções usando-se valores alternativos para parâmetros de entrada, e ocasionalmente usando-se estruturas alternativas do modelo. O comportamento das variáveis de estado é observado sob suposições alternativas para quantificar o efeito relativo da, digamos, duplicação ou da redução pela metade de cada parâmetro. A partir dessa informação pode-se tirar conclusões a respeito da "robustidão" do modelo às suposições alteradas: um modelo pode ser capaz de produzir resultados realísticos somente dentro de um âmbito estreito de valores de parâmetros, pois muitos dos laços de retroalimentação negativa que agem para estabilizar o comportamento do sistema do mundo real sob condições extremas, podem ter sido omitidos para simplificar o modelo. O teste da sensitividade também revela quais os parâmetros que têm o maior efeito global sobre o comportamento do sistema, melhorando a representação do sistema pelo modelo, concentrando-se o esforço da pesquisa futura na melhoria das medições desses parâmetros e elaborando partes do modelo onde eles podem desempenhar um papel maior. A identificação desses parâmetros fornece informações úteis sobre o sistema no mundo real, indicando, por exemplo, os componentes do sistema que podem ser mais facilmente manipulados para o benefício dos seres humanos.

Pode-se identificar fatores com maiores influências para aumentar as produções das culturas, reduzir a pobreza ou reduzir os riscos de fracasso dos agricultores.

Um passo adicional vitalmente importante para se assegurar a relevância dos resultados simulados para os sistemas do mundo real é a validação (Mankin et al., 1977), ou a comparação do comportamento do modelo com o que se conhece do sistema real, como uma maneira de se verificar a adequação do modelo como um todo. Caso que são aparentes diferenças claras em aspectos importantes do comportamento do modelo dentro do âmbito dos valores dos parâmetros no qual o sistema real normalmente opera, deve-se duvidar da confiabilidade dos resultados para os valores dos parâmetros fora desses âmbitos, tal como os que poderiam ser usados na construção de cenários hipotéticos para testar possíveis políticas ou opções de manejo.

As conclusões matemáticas que resultam do comportamento do modelo devem ser interpretadas em termos de conclusões sobre o sistema do mundo real. Esse salto a partir do modelo para o mundo real requer uma apreciação das suposições feitas na abstração do modelo a partir do sistema real, fraquezas em dados de entrada e na estrutura do modelo e diferenças entre o comportamento do modelo e o do sistema. A interpretação requer também consciência do propósito original do modelo.

Tanto na pesquisa tradicional quanto na pesquisa ajudada por modelos de simulação, atingir uma dada conclusão não significa o fim do processo. Antes, existe uma retroalimentação de informação obtida a partir do estudo para a geração de novas idéias, que serão, por sua vez, peneiradas através do processo de testes, ou pela manipulação do próprio sistema ou por simulação. Esse processo cíclico contínuo forma a base do progresso científico.

CAPÍTULO 4: MODELANDO O AGRO-ECOSSISTEMA DOS COLONOS DA RODOVIA TRANSAMAZÓNICA

LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

Um olhar detalhado a uma área limitada ilustrará muitos dos aspectos da colonização na Amazônia brasileira em geral, embora seja necessário usar sempre de cautela para estender conclusões baseadas em uma área geográfica limitada. A área para investigação da capacidade de suporte humano, apresentada em mais detalhes no Capítulo 5, consiste de uma parte da área administrativa do INCRA de Altamira (PIC-Altamira) localizada ao longo do trecho Altamira-Itaituba da rodovia. Foi delimitada, dentro desse trecho, uma área de estudo intensivo de 236 lotes (Figura 4.1).

(Fig. 4-1)

(Legenda da Figura 4-1)

Fig. 4.1. Mapa da área de estudo intensivo na rodovia Transamazônica vendo-se os lotes amostrados. Dos 236 lotes na área, 165 (70%) foram amostrados. A área está centrada na Agrovila Grande Esperança, a 50 km oeste de Altamira, Pará.

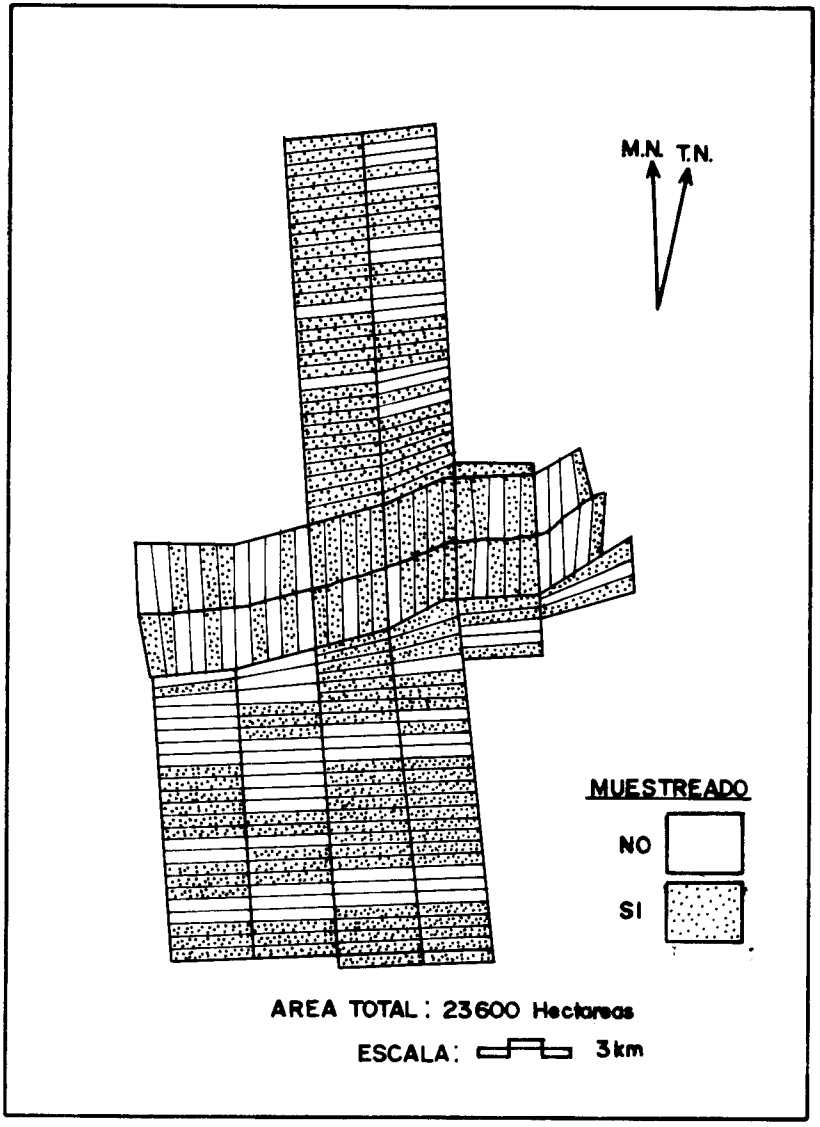
O esforço de coleta de dados foi baseado na Agrovila Grande Esperança localizada a 50 km oeste de Altamira, no Estado do Pará. A Agrovila está localizada no município de Nova Fronteira à 3° 22' de Latitude Sul, 52° 37' de Longitude Oeste (Brasil, Presidência da República, IBGE 1978). A área de estudo intensivo inclui os lotes da beira da estrada por 15 km, entre o km 43 e 58 (pelo DNER, Departamento de Estradas de Rodagem, contrário à medição quilométrica do INCRA) e em todo o comprimento de três estradas vicinais (15/17, 16/18 e 17/19) (Figura 4.2).

(Fig. 4-2)

(Legenda da Figura 4-2)

Fig. 4.2. Más condições de transporte nas estradas laterais têm atrapalhado a comercialização de colheitas comerciais durante os anos iniciais da colonização (estrada lateral 17/19, março de 1975).

AREA DE ESTUDIO INTENSIVO EN LA CARRETERA TRANSZAMAZONICA



A área em estudo está situada no platô interfluvial de terra firme entre os rios Xingu e Tapajós. De acordo com o mapa da vegetação produzido pelo Projeto RADAMBRASIL, a área de estudo intensivo atravessa quatro tipos diferentes de floresta tropical[1]. As listas de espécies desses tipos de vegetação baseadas em levantamentos feitos pelo IBDF na área de Altamira-Itaituba (porém fora da área de estudo intensivo do estudo atual) indicam números de espécies variando de 63 a 85 para árvores com diâmetros à altura do peito de pelo menos 25 cm. Os volumes de madeira para os tipos de floresta variam de 81 a 114 m^3/ha (Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1975: 52-54). Os dados do IBDF mostram uma variação considerável entre quadras de um hectare, confirmando observações de campo casuais. A variação da biomassa da floresta afeta não só o valor potencial da madeira como também acrescenta à variabilidade de necessidades de mão-de-obra para derrubada e possivelmente aos insumos de nutrientes provenientes da queimada.

O relevo topográfico na área é altamente variável. Alguns colonos possuem lotes quase planos, mas a maioria tem severas limitações causadas por encostas íngremes. As encostas inclinadas não só impossibilitam qualquer perspectiva de agricultura mecanizada como também abrigam um considerável potencial de erosão especialmente sob cultivos anuais.

Os solos da área, assim como muitos outros aspectos do ambiente, são muito retalhados (Fig. 4.3). Não é difícil para os colonos terem diversos tipos de solo dentro dos seus lotes de 100 hectares. Os solos da área incluem tanto algumas áreas de terra roxa, o melhor tipo de solo, como também áreas maiores de tipos de solo mais pobres, tais como o "latossolo amarelo" (de acordo com Brasil, Ministério das Minas e Energia, projeto RADAMBRASIL, 1974: Vol. 5)[2]. A presença de grandes áreas de tipos de solo mais pobres na área de estudo intensivo, solos que são muito mais comuns na rodovia Transamazônica como um todo do que a terra roxa, faz com que a informação do solo e da produção do atual estudo seja mais representativa da rodovia do que os resultados de estudos feitos em áreas de terra roxa. A maioria dos visitantes da área de Altamira só vêem as agrovilas, localizadas em terra roxa, no km 23 e 90. A maioria dos pesquisadores que já trabalharam na área de Altamira-Itaituba também se concentraram nessas áreas relativamente pequenas de terra roxa (e.g., Homma et al., 1978; Moran, 1975, 1976, 1981; Smith et al., 1976b, 1978, 1982). A principal estação de pesquisa agrícola do governo na área também está localizada na terra roxa.

(Fig 4.3)

(Legenda da Fig. 4.3)

Fig. 4.3. Mapa do pH do solo sob floresta virgem na área de estudo intensivo na rodovia Transamazônica. A maioria dos solos é extremamente ácida, mas a variabilidade é alta. (Fonte: Fearnside, 1984b).

O clima da região é classificado como Aw no sistema Köppen (Pereira & Rodrigues, 1971). Uma média de 36 anos de chuvas anuais em Altamira é de 1.697 mm (Falesi, 1972a: 11). A intensidade da estação seca varia grandemente de um ano para outro (Fig. 4.4). A divisão entre as estações seca e úmida não é definida e nem previsível com precisão. Esses fatos acrescentam à variabilidade nas qualidades da queima nas roças agrícolas. As estações meteorológicas mantidas pela EMBRAPA no km 23 e 101 ao oeste de Altamira demonstram consideráveis diferenças entre os totais diários e até mensais de chuvas.

(Fig. 4.4)

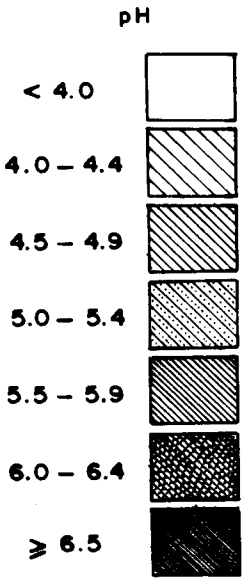
(Legenda da Fig. 4.4)

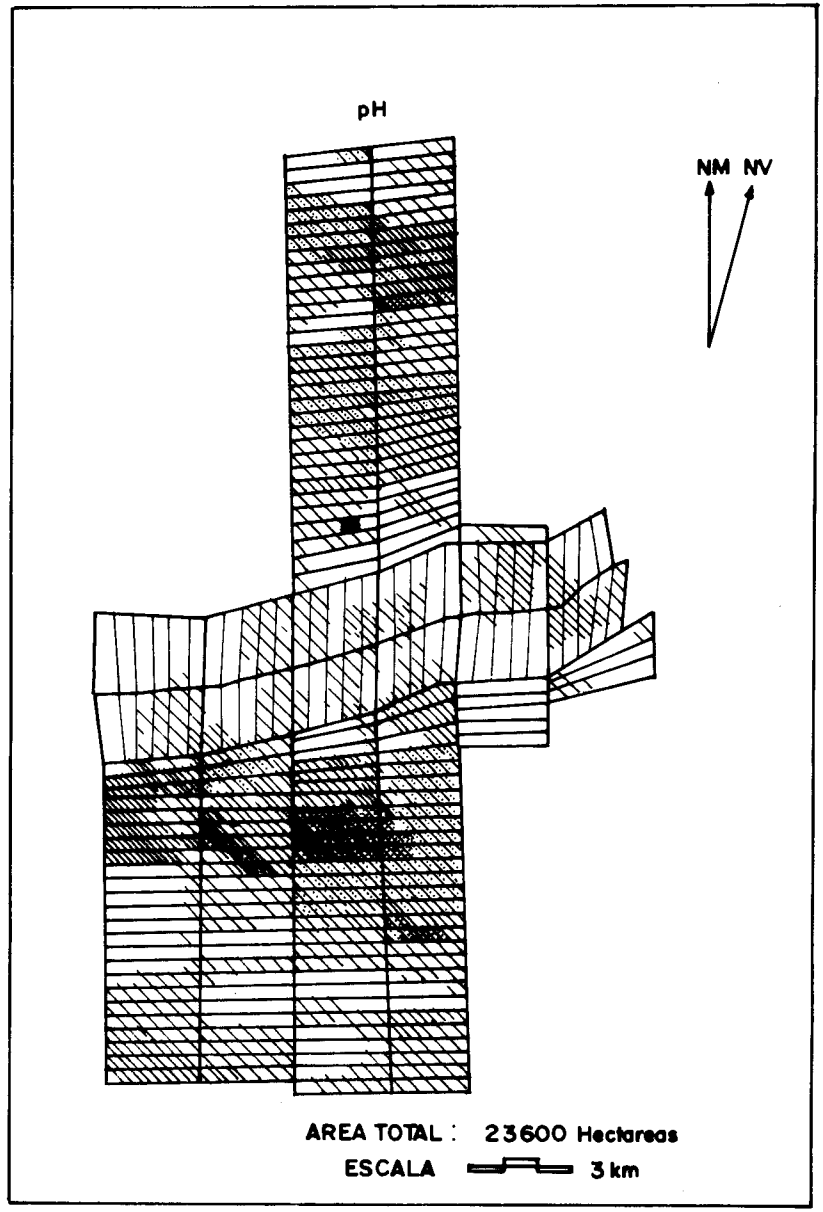
Fig. 4.4. Desvios médio e padrão das chuvas mensais para Altamira (1931-1976). (Fonte: Fearnside, 1984c).

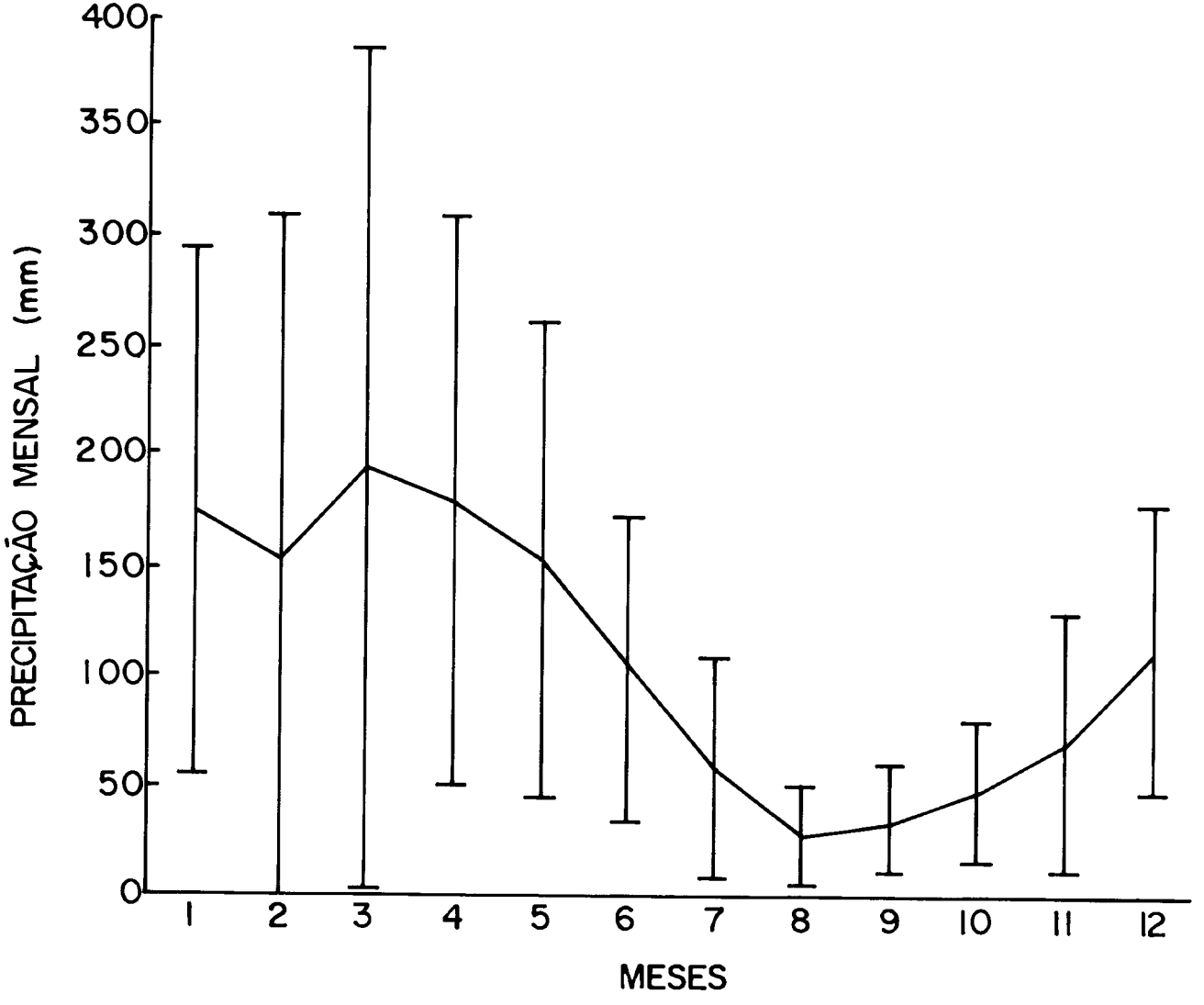
COMPARABILIDADE COM OUTRAS ÁREAS TROPICAIS

Primeiro, é preciso considerar a representatividade da área em estudo como uma amostra da rodovia Transamazônica como um todo. Nessa escala, como em qualquer outra, é importante perceber que não existe tal coisa como uma área "típica", pois todas as áreas têm diferenças únicas e importantes. A área em estudo, entretanto, tem muitas características que são comuns à maioria da área colonizada na rodovia Transamazônica. Os solos são na maioria pobres, ao invés de serem a incomum e fértil terra roxa. Não existe concentração de um único grupo de imigrantes, como colonos gaúchos ou de cultura japonesa. A área

AREA DE ESTUDIO INTENSIVO EN LA CARRETERRA TRANSAMAZONICA






PRECIPITAÇÃO MENSAL (mm)
400
350
300
250
200
150
100
50
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
MESES

não tem instalações do governo ou indústrias que ofereçam oportunidades de emprego fora. A área também é suficientemente longe dos centros urbanos para escapar quaisquer efeitos especiais de disponibilidade de mercados e das oportunidades de empregos que não se adaptariam à maioria das áreas; embora alguns produtos sejam vendidos para suprir Altamira (à 50 km de distância) e a Agrópolis Brasil Novo (à 10 km de distância), a maioria da alocação da terra é para culturas a serem comercializadas com o governo ou intermediários que aparecem no tempo da colheita, mais do que, por exemplo, a feira semanal de Altamira. Essa é a situação mais comum na rodovia Transamazônica, onde as distâncias entre os centros urbanos são grandes. A área em estudo também não tem tido uma promoção intensiva de culturas únicas, tais como a área de cultivo de cana de açúcar no km 92 oeste de Altamira.

A área em estudo, como um representativo da Amazônia brasileira como um todo, tem muitas características comumente encontradas, embora o número de diferenças aumente à medida que nos deslocamos mais longe. A área tem somente floresta úmida de terra firme, a classe mais comum de vegetação natural na Amazônia, e não tem nenhum dos tipos de vegetação da várzea ou do cerrado. O solo pobre da área em estudo é semelhante em fertilidade ao que cobre a grande maioria da Amazônia brasileira, mas não se compara, por exemplo, com algumas áreas colonizadas em Rondônia com solo acentuadamente mais fértil (embora o montante de solo fértil em Rondônia seja muito menor do que popularmente se acredita). As dificuldades com comercialização, burocracia do governo e transporte são seguramente típicas da região como um todo. Os vários tipos de assistência dados pelo INCRA nos anos iniciais do programa de colonização e que têm diminuído desde então, tornam a experiência de colonização aqui um tanto diferente do que pode-se esperar de muitas iniciativas de colonização atuais e futuras. O próprio fato de que a colonização da área seja uma colonização dirigida em vez do padrão mais generalizado de ocupação de posseiros não dirigida, torna a área atípica de áreas pioneiras em geral. A luta violenta sobre reivindicações conflitantes de terras tem sido relativamente rara na área de colonização. Comparado com a Rondônia, poucos lotes têm mais do que uma família de "moradores" e "agregados".

Como um representante dos trópicos úmidos em geral, a área em estudo tem algumas características que são, e algumas que não são, generalizáveis para outras áreas. A economia comercial aberta dos colonos é muito comum através dos trópicos e está se tornando ainda mais, a medida em que grupos isolados continuam a ser integrados nas economias nacional e mundial. Muitos pesquisadores têm procurado sistemas tão fechados quanto

possível, tais como as áreas onde ainda se pratica a cultura migratória mais ou menos na forma tradicional. O estudo atual é bem mais amplamente representativo do que esses, embora a complexidade do sistema aumente a necessidade de dados e as incertezas. O tamanho uniforme dos lotes no esquema de colonização é diferente da maioria dos padrões de ocupação em outras partes nos trópicos, embora as diferenças de classes sociais e econômicas existam dentro da população de colonos na área e são continuamente crescendo (Fleming-Moran & Moran, 1978). Os problemas de comercialização, de burocracia e de transporte são comuns em áreas de colonização por toda a América Latina (Nelson, 1973).

Os problemas agrícolas, como solo pobre, insetos, pragas e doenças nas culturas são comuns à maior parte dos trópicos úmidos. Os solos muito ácidos da área em estudo são típicos da Amazônia. Esses solos são diferentes, entretanto, dos de muitas áreas tropicais e apresentam obstáculos diferentes ao desenvolvimento agrícola. Os solos da área em estudo, por exemplo, são mais pobres do que muitos dos solos vulcânicos na América Central, ou do que os solos das terras montanhosas em Papua Nova Guiné, que são algumas vezes cultivados sob cultura migratória com tempos de cultivo que chegam a 30 anos. O solo da área em estudo apresenta problemas diferentes dos solos menos ácidos de grande parte da África tropical. Na África, a queimada pode elevar os níveis de pH até o ponto em que as culturas sofrem de deficiência de ferro devido à redução da disponibilidade em condições alcalinas (Sánchez & Buol, 1975), enquanto que na área da rodovia Transamazônica a queimada inevitavelmente resulta em melhores colheitas pela minimização de tais correlatos da alta acidez como a toxidez de alumínio e a disponibilidade reduzida de fósforo. A grande importância da qualidade da queima descoberta na área em estudo provavelmente não se aplica às áreas onde, ou os problemas de acidez do solo são menos severos, ou as condições mais favoráveis de tempo resultam em melhores queimadas. Em uma localidade na Venezuela, por exemplo, a decomposição lenta do tapete muito denso de raízes de uma floresta úmida é vista como a mais importante fonte de nutrientes de solo depois da derrubada (Herrera et al., 1978) e, por implicação, a cinza proveniente da queima assume um papel menos crítico.

Ao comparar a área de Altamira com outras partes dos trópicos é importante também lembrar o efeito da altitude na limitação da produção agrícola, bem como a natural (Janzen, 1973b). A altitude de Altamira próximo ao nível do mar (75 m na cidade de Altamira e aproximadamente 100 m na área de estudo intensivo) significa que a produção líquida é maior do que em altitudes mais altas, porém mais baixa do que no âmbito de

altitude média onde se concentram muitas populações humanas em áreas tropicais. Em altitudes baixas, a alta respiração tanto à noite quanto de dia resulta em uma produtividade primária líquida mais baixa (relativa às altitudes médias) e excedentes menores para suportar animais, incluindo humanos. Tanto as doenças humanas quanto as das culturas são problemas maiores em altitudes baixas do que em altitudes médias. Outros aspectos do ambiente físico em Altamira, como a extrema variabilidade da chuva (incluindo tanto a chuva excessiva quanto a seca) são compartilhados com algumas, mas não todas, áreas tropicais.

Em resumo, embora nenhum estudo possa ser verdadeiramente representativo, nem da rodovia Transamazônica e nem da Amazônia brasileira ou dos trópicos como um todo, a área escolhida para o atual estudo tem características que são comuns a muitas outras áreas. A área em estudo também tem poucas características que imediatamente identificam-na como atípica da região Amazônica brasileira ou do projeto de desenvolvimento do qual ela é parte. O estudo da capacidade de suporte na rodovia Transamazônica foi projetado com a intenção básica de responder perguntas fundamentais acerca da capacidade de suporte humano em vez de ser uma pesquisa para produzir cifras aplicáveis a uma área tão grande quanto possível. Embora as conclusões sobre a capacidade de suporte não possam ser simplesmente extrapoladas para outras áreas, muitos dos aspectos de modelagem são transferíveis, mesmo para áreas com claras diferenças da área em estudo.

MÉTODOS

COLETA DE DADOS

Os métodos de campo foram refinados durante o projeto para se chegar a um procedimento sistemático na a coleta de dados para os programas de simulação de capacidade de suporte. Entrevistas informais conduzidas com os colonos e com os representantes oficiais do governo em 1973 resultaram em dois questionários: um, destinado a extrair informação relevante sobre as origens dos colonos, demografia, padrões de consumo, conexões com a economia comercial e decisões de uso da terra; o segundo para registrar o uso da terra e o histórico da produção de cada roça amostrada. Os questionários foram revisados durante o trabalho de campo para reduzir a quantia de informação coletada sobre a alocação de produtos e conexões com a economia comercial, e aumentar o detalhe da informação sobre os problemas agrícolas relacionados com as produções das roças amostradas. A informação conflitante que não podia ser confirmada foi descartada. O trabalho de campo durou de maio de 1974 até agosto de 1976, com 32 visitas subseqüentes na área entre junho

de 1978 e novembro de 1986.

O espaço cultural que separa os colonos do pessoal do governo precisa ser transposto, para se obter informação confiável. Um fator importante para transpor esse espaço foram os pernoites nas casas dos colonos, necessários pela longa distância entre alguns lotes da agrovila que serve como base das operações (alguns ficam a 16 km de distância) pois a maioria do estudo foi feita a pé. Foram dados aos colonos resumos escritos dos resultados das análises do solo feitas em seus lotes, o que encorajou a confiança e a cooperação.

Foi especialmente proveitosa a boa memória dos colonos no que diz respeito aos detalhes dos problemas agrícolas e produção, provavelmente por que quase todos os colonos eram novatos na agricultura da área. Agricultores em áreas de agricultura tradicional, ou em áreas pioneiras mais antigas, freqüentemente não conseguem se lembrar de informações, como quantos sacos de arroz foram colhidos de uma dada roça em um ano anterior. Por causa do financiamento bancário e do uso de culturas anuais como lavouras comerciais, os colonos da rodovia Transamazônica geralmente plantam áreas maiores do que os agricultores de subsistência tradicionais. A informação sobre a produção por hectare de uma única colheita é muito mais confiável do que quando se colhem pequenas quantias ou quando a colheita é feita um pouco de cada vez.

Durante os últimos meses do trabalho de campo inicial, os locais previamente amostrados foram visitados para avaliação das mudanças do solo. A informação registrada com cada amostra incluía um sistema de código para o local e uma malha como mapa rudimentar para facilitar a localização de locações de amostras anteriores. Quatro assistentes de campo fizeram entrevistas adicionais e verificação de informações. Um sistema de códigos de certezas permitiu a separação da informação reunida pelos assistentes da informação reunida pelo autor em qualquer ponto durante a análise dos dados (Fearnside, s/d-a).

As observações e conversas informais com os colonos foram relatadas em anotações de campo. Essa informação forneceu estimativas para uma ampla variedade de itens que não poderiam ser incluídos nos questionários formais.

A área de estudo intensivo foi cuidadosamente selecionada como uma fatia transversa do projeto de colonização a fim de equilibrar tanto as dificuldades do acesso ao mercado, um fator importante para os lotes longe da rodovia, quanto a qualidade do solo (os melhores solos nessa área ocorrem em faixas aproximadamente paralelas à rodovia principal). A grande variabilidade na população dos colonos, dos solos, da topografia, das condições de transporte e de outras características da área fazem com que esteja sempre presente o

perigo de vicio a partir de uma amostra não representativa. Ao mesmo tempo, essa consideração tinha que ser pesada com os problemas práticos associados com a busca de um padrão rígido de amostragem aleatório ou aleatório estratificado. As dificuldades de transporte e a importância de se estabelecer uma comunicação com os colonos militavam contra tal procedimento. Entrevistadores que saltam de carros sem qualquer aviso não podem esperar uma cooperação completa de colonos que eles nunca viram; ainda mais, tempo precioso de amostragem seria perdido indo para lotes escolhidos aleatoriamente somente para descobrir que os colonos não estavam lá. Foi por isso decidido conservar os números de lotes na beira da estrada e nas várias estradas laterais equilibrados tanto quanto possível através da coleta de dados, mas aproveitar ao máximo possível todas as oportunidades para entrevistar os colonos e amostrar os lotes. A alta densidade da amostragem, com 70% dos lotes da área em estudo intensivo amostrados, ajudou a minimizar a possibilidade de vicio na amostra. Dos 236 lotes na área em estudo intensivo, 165 foram amostrados durante o trabalho de campo inicial, usado para a estimativa dos parâmetros do modelo, com mais doze amostrados fora da área de estudo intensivo. Em 131 desses, a informação, a nível de lote, foi obtida a partir de entrevistas com o colono. A densidade da amostra também permitiu a modelagem da variação nas qualidades do solo em pequenas distâncias. A meta do estudo (a elucidação das propriedades subjacentes dos agro-ecossistemas tropicais que afetam a capacidade de suporte) torna apropriada a amostragem intensiva de uma pequena área geográfica.

Foram tomadas mais de 900 amostras de superfície do solo para predizer as produções das culturas e as mudanças dos solos sob diferentes tratamentos. As amostras eram compósitas de colunas de solo tirados com um trado tipo tubo a uma profundidade de 20 cm em um mínimo de 15 locais em cada roça. Os mapas da qualidade inicial do solo (floresta virgem) foram feitos usando-se tanto a informação das amostras de 0 - 20 cm quanto os dados das profundidades equivalentes de uma série de 151 perfis de solo,[3] cada uma tirada em um local usando-se um trado "holandês", com as amostras analisadas a três para quatro profundidades nos perfis de 120 cm. As análises de solo foram feitas em Belém, Pará, pelo laboratório do CPATU (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico úmido). Os métodos de laboratório, descritos em detalhe por Guimarães et al. (1970), foram o método de Carolina do Norte para fósforo; o método de Kjeldhal para nitrogênio; Titurin para carbono; o cálcio e o magnésio extraídos cm 1 N KCl e titulados com 0,025 N NaOH; o potássio extraído com 0,050 N HCl e 0,025 N H_2SO_4, e determinado em um fotômetro de chama; o pH determinado em água com um

potenciômetro.

Algumas das informações sobre fatores meteorológicos e o financiamento foram obtidas a partir de fontes governamentais. A informação dessas fontes não foi usada em outras partes do estudo. Os dados foram obtidos a partir do trabalho de campo para solos, queimadas, erosão e produções de arroz, milho, feijão (Phaseolus), feijão-de-corda (Vigna), mandioca brava e macaxeira (mandioca doce). Dados da produção de cacau, pimenta-do-reino, pastos e caça, bem como muitos dos dados do setor populacional foram bastante baseados em literatura.

ANÁLISE DE DADOS

Foi preparado um pacote de cinqüenta programas e sub-rotinas FORTRAN especificamente projetadas para a manipulação das necessidades de dados do KPROG2 (Fearnside, s/d-a). Nesse pacote, as rotinas relacionadas com a predição da produção de culturas combinaram-se com os resultados dos solos com dados apropriados sobre produção, pragas, tratamentos, ervas daninhas, doenças, densidade, consorciação, etc. Foram feitos os cálculos dos dias gastos nas várias combinações de consorciação, diretamente a partir da informação de dados do plantio e da colheita codificada a partir das formulários de amostragem do solo. A informação do ataque de pragas foi classificada e os códigos de intensidade de ataque para diferentes insetos e vertebrados foram tabulados pelo estágio no ciclo de vida da cultura. As informações relacionadas com fatores meteorológicos, qualidade e mudanças do solo, queimadas, erosão e outros fatores foram classificadas e foram efetuados vários cálculos. As saídas são de tal maneira que podem ser lidas diretamente por pacotes estatísticos.

Foram executadas análises estatísticas usando-se o Sistema Interativo de Análise de Dados de Michigan, MIDAS (Fox & Guire, 1976; Michigan, 1976b). Os dados foram estratificados por códigos de certeza, onde foi apropriado, e os casos com dados de ataques de pragas, variedades, doenças, combinações de consorciação, etc., foram excluídos na seleção dos subconjuntos finais de dados para uso em cada análise. Somente uma pequena fração do número total de casos e as variáveis pertencentes a cada caso foi usada em qualquer uma das análises. A maioria dos cálculos de produção apoiou-se pesadamente sobre a regressão, com o uso da regressão de variáveis "dummy" para os efeitos da qualidade da queimada. As qualidades da queimada foram preditas a partir de dados do clima usando-se análise discriminante (Fearnside, 1986f).

MODELAGEM DE PRODUÇÕES DE CULTURAS

CULTURAS ANUAIS

As culturas anuais têm sido o alicerce principal da produção agrícola na primeira década da ocupação da rodovia Transamazônica. Praticamente, todos os colonos plantam culturas anuais, enquanto somente os que conseguiram financiamento plantam culturas perenes tais como cacau e pimenta-do-reino. As culturas anuais não têm produzido as altas produções e excedente agrícola profetizados pelos planejadores do governo no lançamento do programa. Esse tão falado fracasso tem sido aproveitado para justificar o abandono dos planos de expansão para os projetos de ocupação agrícola por colonos, sendo estes substituídos por programas de desenvolvimento da região por grandes empresas. Além dos problemas econômicos, os obstáculos institucionais para financiamento e para a comercialização e a falta de transporte, contribuíram pesadamente para os resultados pobres (Bunker, 1979, 1980a,b; Fearnside, 1982b; Moran, 1981; Wood & Schmink, 1979). Os problemas agronômicos, de qualquer maneira, também desempenharam um papel importante; as dificuldades dos colonos são a somatória de todos os fatores contribuintes, tanto agrônomicos quanto sociais.

O arroz de sequeiro (Oryza sativa) foi afetado por muitos dos problemas agronômicos, entre outros, da agricultura na rodovia Transmazônica. Apesar dos retornos pobres, o arroz permanece sendo a cultura mais importante para a maioria dos colonos da rodovia Transamazônica. Um olhar mais demorado sobre como as produções de arroz são modeladas irá demonstrar os tipos de problemas agrícolas encontrados pelos colonos e a relação das produções da cultura com outras partes do sistema. Mais tarde, a modelagem para cacau, uma das culturas perenes sobre as quais os planejadores e colonos contam com uma produção lucrativa e sustentável, irá mostrar problemas adicionais possíveis de aumentar em importância a medida em que a área se desenvolve.

As produções de arroz são simuladas nos modelos da capacidade de suporte a partir de uma regressão múltipla, depois de atribuições apropriadas de valores para variáveis independentes. Subseqüentemente, as produções previstas a partir da regressão são ajustadas para os efeitos de multiplicadores para representar perdas a partir de vários problemas agrícolas, excluídos do conjunto de dados usados na regressão inicial.

O primeiro passo na simulação de produções é atribuir valores iniciais de 1,0 (indicando que não há perda) para os multiplicadores que representam doença, acamamento, variedade do arroz, plantio fora da época, germinação pobre e consorciação com outras culturas que não milho, mandioca ou pasto (ver Tabela

4.1). Os multiplicadores de doença, acamamento e variedade são determinados somente uma vez para qualquer dado lote e ano. A densidade da plantação de arroz é determinada baseada em uma densidade média de 87,46 mil covas/ha (sem pasto) (DP = 47,08, N = 255 roças). Os multiplicadores para consorciamento de pasto, mandioca e outras culturas consorciadas são determinados de acordo com o uso da terra no trecho. Os multiplicadores para cada problema agrícola foram calculados a partir de dados como a proporção média da produção, prevista pela regressão, obtida em roças afetadas pelo problema.

(Tabela 4-1)

TABELA 4.1. SUMÁRIO DAS CATEGORIAS EXCLUÍDAS DA REGRESSÃO PARA PRODUÇÃO DE ARROZ

CONDIÇÃO	FREQÜÊNCIA		DENSIDADE DO ARROZ (1.000 covas/ha)			EFEITO SOBRE A PRODUÇÃO (proporção da produção prevista)	
	PORCENTAGEM	N (total)	MÉDIA	DP	N	MÉDIA	N (na categoria)
MANDIOCA CONSORCIADA	A 10,1	306	93,05	44,59	28	1,080	19
PASTO CONSORCIADO	2,9	306	83,73	33,99	7	0,814	4
OUTRA CULTURA CONSORCIADA(a)	1,6	306	73,22	14,68	5	0,815	2
GERMINAÇÃO POBRE	4,7	306				0,793	2
DOENÇAS							
HÍBRIDO (IAC-1246, IAC-101)	1,9	211					
TRADICIONAL (canela de ferro)	12,0	25					
OUTRA (não barbalha)	14,3	5					

EFEITO ENTRE VARIEDADES NÃO BARBALHA(b)							0,806	5
ACAMAMENTO HIBRIDO (IAC-1246, IAC-101)	13,3	211					0,760	7
OUTRA (não barbalha)(b)	0,0	39						
VARIEDADES PLANTADAS								
HIBRIDO (IAC-1246, IAC-101)	84,4	183					1.000	(c)
TRADICIONAL (canela de ferro)	10,0	183					1.000	(c)
OUTRA (não barbalha)(b)	5,6	183					0,823	
DATA DO PLANTÍO FORA DE ÉPOCA (novembro, março, abril)	3,4	290					0,168	2

a) outra além de milho, mandioca ou pastagem.

b) variedade de arroz barbalha, distribuída pelo INCRA em 1973 está excluída. Resultou em fracasso generalizado da cultura (produção média=21,4% da produção do IAC-1246).

c) por definição.

Se o arroz foi consorciado com o milho (ou com milho e alguma outra cultura), a densidade do milho é determinada baseada em uma média de 3.507 plantas/ha (DP = 3.444, N = 126 roças). A variedade do arroz é determinada como híbrido (IAC-1246 ou IAC-101), tradicional (canela de ferro), ou outro, baseado nas freqüências de ocorrência. Os multiplicadores de doença e acamamento então são determinados usando-se a freqüência da ocorrência desses problemas para cada variedade de arroz. As determinações da ocorrência de cada um dos problemas agrícolas listados na Tabela 4.1 são baseados na freqüência da ocorrência nos dados da amostra.

Os multiplicadores e a regressão da produção de arroz são derivados de dados de campo em um conjunto inicial de dados de 306 roças de arroz. Os dados que caíram dentro das categorias seguintes foram eliminados como não válidos: 1) dados de roças com áreas de menos de 1 ha, que são menos confiáveis do que roças maiores devido aos erros relativamente maiores das estimativas de produção e área; 2) qualquer dado considerado questionável devido às contradições ou imprecisão na resposta do colono; 3) dados baseados sobre produções calculadas pelos colonos para o arroz colhido e empilhado, mas não batido e ensacado; 4) dados incompletos para produção, área, densidade, densidade do milho, ou carbono, fósforo ou alumínio no solo; e 5) densidades do plantio de arroz fora do âmbito de valores em estudos de estações experimentais, que foram usadas para derivar produções "máximas" previstas para cada variedade a diferentes densidades. As categorias de dados válidos excluídos da regressão foram: 1) roças consorciadas com mandioca; 2) roças consorciados com pasto (não existiam casos reais nas categorias de dados usáveis); 3) roças consorciados com outras culturas que não milho, mandioca ou pasto; 4) roças com relatos de acamamento; 5) roças com relatos de problemas de germinação (nenhum caso real nas categorias de dados usáveis); 6) roças plantados fora da estação adequada (que inclui dezembro, janeiro e fevereiro); e 7) roças com variedades de arroz que não IAC-101, IAC-1246, ou canela de ferro.

Nos casos em que a densidade da plantação de arroz não é conhecida a partir de medições de campo diretas, a densidade é calculada usando-se uma regressão sobre o peso das sementes plantadas por hectare. Quando avaliando os efeitos do solo, as produções de arroz são expressas como as proporções das produções esperadas, interpoladas a partir das produções da estação experimental para a variedade e densidade de plantio apropriados. Na representação dos efeitos das características do solo, são ajustados altos níveis de nutrientes para representar o efeito reduzido dos nutrientes presentes em

quantidades mais que suficientes. Os níveis de carbono do solo são ajustados para 2,0, significando que casos com o percentual de peso seco do carbono mais altos que 2,0 são atribuídos valores de 2,0. Isso está de acordo com o modelo de resposta linear e platô para a predição de produções de culturas a partir de nutrientes do solo (Waugh et al., 1975). O valor da porcentagem de 2,0, usado como o nível crítico para o carbono por todo o estudo, é considerado seguramente acima do possível valor crítico (assim subestimando a resposta para o carbono), pois um valor de 1,2% de carbono é considerado alto para culturas em geral no Brasil (Catani & Jacintho, 1974: 33-34).[4]

O nível crítico de fósforo usado para propósitos de simulação foi 12,0 ppm (embora nenhuma das roças de arroz na amostra tivesse realmente fósforo tão alto no solo). Esse valor foi selecionado como seguramente acima do valor de 10,0 ppm considerado alto para culturas em geral no Brasil (Brasil, IPEAN, 1966; Catani & Jacintho, 1974; 33-34; padrões do Serviço Brasileiro de Testes de Solo para Minas Gerais como foram citados por North Carolina State University, Soil Science Department, 1974: 149).

A regressão para predizer a produção de arroz com casca é dada por:

$$Y = 0{,}60\,A - 1{,}52 \times 10^{-5}\,B + 1{,}67 \times 10^{-2}\,C - 9{,}47 \times 10^{-2}\,D - 6{,}03 \times 10^{-3}$$

onde:

Y = produção de arroz (proporção da produção na estação experimental)
A = carbono (% de peso seco, ajustada para 2,0)
B = densidade do milho (plantas/ha)
C = fósforo total (ppm, ajustada para 12,0)
D = alumínio (Al^{+++} em meq/100g)

($p<0{,}05$, $r=0{,}78$, $EP=0{,}2029$, $N=17$).

A relação dada por esta equação é aplicada na simulação primeiramente determinando-se produções da estação experimental de acordo com a variedade previamente determinada e a informação da densidade do plantio. É calculada a produção prevista e o erro padrão da estimativa (EP) é usado para gerar uma produção prevista incluindo efeitos de fatores que não foram especificamente excluídos do conjunto de dados para a regressão. É calculada uma produção máxima esperada (em kg/ha) pela

multiplicação da produção da estação experimental (em kg/ha) pela produção prevista (uma proporção). A produção de arroz em kg/ha é calculada multiplicando-se a produção máxima esperada (kg/ha) pelos multiplicadores para acamamento, estação, pasto, outras culturas consorciadas, germinação e doença. Finalmente, é feito um ajustamento para progresso tecnológico multiplicando-se a produção de arroz pelo valor obtido para o arroz em cálculos separados para progressos tecnológicos, tais como o aumento em produções de base através de programas de melhoramento genético.

Outras culturas têm problemas agronômicos diferentes. Milho, por exemplo, é severamente limitado por ratos (ver Tabela 4.2; Fearnside, 1979d, e Apêndice) enquanto doença é o maior problema para o feijão Phaseolus (Apêndice), pimenta-do-reino (Fearnside, 1980a e Apêndice) e cacau.

(Tabela 4-2)

TABELA 4.2. RESUMO DA PRODUÇÃO DE MILHO

	FREQÜÊNCIA (porcentagem)		DENSIDADE DO MILHO (plantas/ha)			DENSIDADE DA CULTURA CONSORCIADA (plantas/ha)			PROPORÇÃO AFETADA DA PRODUÇÃO PREVISTA		
CONDIÇÃO	MÉDIA	N	MÉDIA	DP	N	MÉDIA	DP	N	MÉDIA	DP	N
MILHO SOLTEIRO	33,9	224	6.274,8	4.343,7	68	0		224			
ARROZ CONSORCIADO	51,8	224	3.507,0	3.444,1	126	126.100	118.280	41			
MANDIOCA CONSORCIADA	13,4	224	5.119,0	3.530,3	21	5.328,7	2.647,0	18			
OUTRAS CULTURAS CONSORCIADAS	9,4	224	5.623,9	2.794,3	18						
GERMINAÇÃO POBRE	7,1	224							0,966		
INTENSIDADE DE RATOS 2 OU 3	38,8	224							0,563	0,469	17
DOENÇA	1,8	224							0,396		

CULTURAS PERENES

As produções de cacau são preditas a partir de uma regressão de pH do solo baseada em dados para produções em Trinidad (Chatt, 1953, citado por Fonsêca et al., 1969) pois o cacau plantado na área de estudo intensivo era novo demais para produzir a níveis maduros na época do trabalho de campo. A produção é predita a partir da regressão dada por:

$$Y = 193{,}21\ A - 744{,}29$$

Onde:

Y = produção do cacau (kg amêndoas secas/ha/ano)
A = pH do solo

($p<0{,}05$, $r=0{,}73$, EP=123,74, N=8).

Embora a variação dos valores do pH no conjunto de dados fosse de 4,9-6,7, os valores muito altos de pH na simulação são ajustados para um valor crítico de 7,5, o que está acima dos níveis mínimos em muitos países (Hardy, 1961, citado por Fonsêca et al., 1969). A variabilidade é introduzida usando-se o erro padrão da estimativa.

As produções de cacau preditas usando-se a regressão baseada nos dados de Trinidad são então multiplicados por um fator de correção para ajustar as diferenças, tais como variedade, clima e práticas de sombreamento, que podem resultar em diferentes níveis de produção entre os dois países. O fator é derivado dividindo-se a produção ótima (fertilizada) de cacau esperada na rodovia Transamazônica de 1.600 kg de amêndoas secas/ha/ano (Costa et al., 1973: 25) pela produção máxima nos dados de Trinidad de 710 kg de amêndoas secas/ha/ano.

Depois, é feito um ajustamento para os que os efeitos da idade representem as produções diminuídas no cacau imaturo. As proporções da produção madura esperada são: 1 ano = 0,00; 2 anos = 0,125; 3 anos = 0,375; 4 anos = 0,750; 5 ou mais anos = 1,000 (Costa et al., 1973: 25). A vida produtiva do cacau na Amazônia tem sido calculada em 80-100 anos (Morais, 1974b: 7.5); cacau simulado morre se alcança a idade de 90.

Os efeitos de doenças são incorporados para a doença da podridão parda (Phytophora palmivora) e a vassoura de bruxa (Crinipellis perniciosa, sin. Marasmius pernisciosus). A

probabilidade de que a vassoura de bruxa (se estabelecida) venha atacar o cacau é de 0,29 e, se não estiver estabelecida, é de 0,11 (Fearnside, 1978: 339). Ambas as doenças estiverem agora estabelecidas na área de estudo. A probabilidade de que o cacau doente morra de vassoura de bruxa é de 0,29 e de que o cacau morra de podridão parda é de 0,00 (Fearnside, 1978: 335, 339).

Se um trecho é atacado por uma dessas doenças, a produção será reduzida mesmo se as árvores do trecho não estiverem completamente mortas. O multiplicador para a doença da podridão parda, se o trecho for atacado, é de 0,455, baseado na proporção média da produção das árvores saudáveis em ensaios de variedade em Gana para cinco variedades testadas (Dakwa, 1974). Para a vassoura de bruxa, o valor é de 0,5, baseado na suposição de que os galhos de uma árvore, uma vez atacados, morrem a uma taxa constante, enquanto que os galhos não afetados continuam a produzir a níveis normais.

Depois de calcular as produções de cacau com todos os efeitos multiplicadores acima, é feito um ajuste final para a mudança tecnológica, usando-se multiplicadores de tecnologia derivados para cada variedade cultivada, pela multiplicação do número de anos passados desde o começo da simulação pelo incremento da produção, acrescentando-se isto à produção inicial e dividindo o resultado pela produção inicial (ver Tabela 4.3).

(Tabela 4-3)

TABELA 4.3. DADOS PARA O CÁLCULO DOS FATORES DE MUDANÇA TECNOLÓGICA

	PRODUÇÕES ANUAIS EM INICIAIS[a] (kg/ha)	AUMENTOS PRODUÇÕES ANUAIS (kg/ha)	REFERÊNCIA
CULTURAS ANUAIS			
ARROZ (com casca)	1.636	36,00	Páez & Dutra, 1974: 4.8-4.9
MILHO (grãos secos)	1.418	18,00	Páez & Dutra, 1974: 4.8-4.9
PHASEOLUS (grãos secos)	647	1,00	Páez & Dutra, 1974: 4.8-4.9
VIGNA (grãos secos)	647[b]	1,00[b]	Páez & Dutra, 1974: 4.8-4.9
MANDIOCA BRAVA (farinha)	3.477[c]	39,89[c]	
MACAXEIRA (farinha)	3.477[d]	32,89[d]	
CULTURAS PERENES			
CACAU (amêndoas secas)	1.600	24,00	Costa et al., 1973: 25; Páez & Dutra, 1974: 4.8-4.9
PIMENTA-DO-REINO (sementes secas)	5.500	0[e]	Albuquerque et al., 1973: 26
PASTAGEM COM ANIMAIS (ganho de peso vivo do gado)	10,6	1,74	Barcellos, 1974: 6.18

[a]Fertilizado ou produção máxima esperada para as variedades atuais na área.
[b]Presumiu-se Vigna semelhante a Phaseolus.

[c]Convertida para o peso de farinha usando-se 23% de recuperação (Smith, 1976b: 157)
[d]Presumiu-se macaxeira (mandioca doce) semelhante a mandioca brava.
[e]Nenhum valor de incremento disponível para pimenta-do-reino; presumiu-se zero.

SETOR DE ALOCAÇÃO DO USO DA TERRA

As simulações para a alocação para culturas de subsistência e comerciais são simplificações do sistema real, incluindo-se somente as características consideradas mais importantes. A alocação para experiências com culturas, métodos ou variedades novas não está incluída na atual versão dos modelos, pois as áreas envolvidas são pequenas e os progressos na produção são modelados implicitamente pelos fatores de correção tecnológica em sub-rotinas de produção de cultura.

As alocações de subsistência são baseadas sobre áreas de arroz, milho, feijão e mandioca, necessárias para produzir quantidades específicas para consumo direto pela família do colono simulado, com uma margem de segurança para proteção contra colheitas pobres (Apêndice). Aprendizagem permite ao colono simulado ajustar quantias alocadas, incluindo a margem para os anos pobres, baseado na experiência dos colonos na área (Apêndice). Os padrões de nível de consumo, riscos aceitáveis e produção de cultura são especificados ou calculados em outras partes do programa.

O procedimento de alocação da cultura comercial usado nos modelos de capacidade de suporte, em vez de seguir um procedimento de decisão "racional", é baseado em freqüências observadas de diferentes estratégias entre os colonos de tipos específicos. Essa abordagem empírica reflete as características observadas do comportamento do colono: a variedade de combinações de uso da terra empregadas, por exemplo, é muito maior do que se poderia esperar, se cada colono fosse selecionar somente as opções mais lucrativas indicadas por um algoritmo "racional", tal como a programação linear. Os colonos da rodovia Transamazônica são fortemente influenciados pelo lucro esperado das diferentes estratégias de alocação, mas o caminho que é finalmente escolhido depende de fatores tais como os antecedentes do colono, suas próprias experiências e as dos seus vizinhos com culturas na área, oportunidades de financiamento, etc.

As alocações de cultura comercial nas simulações são baseadas em quatro estratégias possíveis de desenvolvimento do lote: culturas comerciais anuais, culturas comerciais perenes, pecuária e mão-de-obra contratada fora (ver Tabela 4.4). Essas estratégias de uso da terra são relacionadas às quatro tipos de colonos (Fearnside, 1982b), baseadas na tipologia seguinte, elaborada por Moran (1976: 38; 1979b): 1) <u>empresários</u>, que possuíam ou administravam terra antes de sua chegada, não migravam freqüentemente, tinham experiência urbana e possuíam

muitos bens duráveis; 2) agricultores independentes, que eram também proprietários e administradores antes da chegada e não migravam freqüentemente, mas não tinham experiência urbana e não possuíam muitos bens duráveis; 3) agricultores artesãos, que não tinham sido proprietários e administradores, migravam freqüentemente, tinham experiência urbana e tinham possuído muitos bens duráveis; e 4) agricultores trabalhadores, que também não tinham sido proprietários e nem administradores e migraram freqüentemente, mas não tinham experiência urbana e não possuíam muitos bens duráveis. No atual estudo, os colonos foram determinados por estes quatro tipos, mas usando-se somente os critérios da experiência prévia como proprietários e administradores e experiência urbana prévia. Nenhum dado foi coletado sobre bens duráveis ou freqüência prévia de migração.

(Tabela 4-4)

TABELA 4.4. PROBABILIDADES DE USO DA TERRA BASEADAS NO TIPO DE COLONO

TIPO DE COLONO	CULTURAS ANUAIS COMERCIAIS	CULTURAS PERENES COMERCIAIS	PECUÁRIA	MAO-DE-OBRA EXTERNA	N
EMPRESARIO	0,50	0	0,50	0	4
AGRICULTOR INDEPENDENTE	0,55	0,30	0,15	0	27
AGRICULTOR ARTESÃO	0,79	0,17	0	0,04	24
AGRICULTOR TRABALHADOR	0,85	0,07	0,03	0,05	67
N	93	17	8	4	122

FONTE: Fearnside, 1980b (1982b).

NOTA: Diferenças no padrão de uso da terra: $p<0,001$, $x^2=28,6$, gl=9, N=122

A Tabela 4.4 mostra o padrão observado na área em estudo para os quatro tipos de colono. Os colonos simulados escolhem diferentes opções de culturas comerciais baseados nas probabilidades de cada escolha entre os colonos que adotam um dado padrão de uso da terra (Tabela 4.5). Os colonos do tipo empresário são os que tem a maior probabilidade de seguir o padrão de pecuária, enquanto que os agricultores trabalhadores escolhem as culturas comerciais anuais com maior freqüência. Desde 1976, o ano final para esses dados, muito mais colonos tinham adotado a estratégia da pecuária, e um número um tanto menor, mas ainda significativo, de colonos tinham adotado a estratégia de culturas comerciais perenes.

(Tabela 4-5)

TABELA 4.5. PROBABILIDADES DE USO DA TERRA PARA CULTLTURAS COMERCIAIS

	ARROZ	MILHO	PHASEOLUS	VIGNA	MANDIOCA BRAVA	MACAXEIRA	CACAU	PIMENTA-DO-REINO	PASTAGEM SEM ANIMAIS	PASTAGEM COM ANIMAIS	NUMERO DE OBSERVAÇÕES: ANOS DE HECTARE COMERCIAL	NUMERO DE OBSERVAÇÕES: ANOS DE COLONO
CULTURAS ANUAIS COMERCIAIS	0,66	0,09	0,17	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,10	0,00	411,3	85
CULTURAS PERENES COMERCIAIS	0,54	0,16	0,02	0,00	0,06	0,00	0,07	0,03	0,12	0,00	148,6	18
PECUÁRIA	0,35	0,03	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,40	0,12	187,4	10
MAO-DE-OBRA EXTERNA	0,83	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,0	4
										TOTAL	756,3	117

FONTE: Fearnside, 1980b.

NOTA: As áreas de culturas comerciais são definidas como: acima de 0,5 ha para arroz, milho, *Phaseolus, Vigna*; acima de 0,2 ha para mandioca brava e macaxeira; acima de 0,0 ha para cacau, pimenta-do-reino e pastagem.

Tanto para cultura comercial quanto para culturas de subsistência a praticabilidade de alocar a terra para uma dada cultura é determinada pelas demandas de capital e mão-de-obra. As demandas de mão-de-obra para operações agrícolas, as quais são especificadas se serão executadas somente por adultos masculinos, precisam ser calculadas para cada mês do ano por causa de sua natureza altamente sazonal. O valor dos membros da família para o trabalho agrícola é ajustado pela idade e sexo e são feitas correções para as perdas de mão-de-obra devido às problemas de saúde, e tempo passado em fazer arranjos para financiamento, caçar e trabalhar em empreendimentos não agrícolas ou emprego fora (Apêndice). A mão-de-obra contratada pode ser substituída por mão-de-obra familiar, se o colono simulado tiver capital suficiente. As necessidades de dinheiro são verificadas no momento da alocação, incluindo a compra de sementes (se os estoques de sementes forem insuficientes) e a manutenção de culturas já instaladas no lote, bem como qualquer custo fixo das operações agrícolas para a cultura que está sendo considerada. Uma verificação da suficiência do capital e da mão-de-obra verifica se o total da mão-de-obra familiar, mão-de-obra masculina e suprimentos de capital são adequados antes de fazer a alocação. Embora a versão atual dos modelos pressuponha que os colonos não excedam os recursos na alocação da terra, tais erros de julgamento ocorrem realmente entre os colonos na rodovia Transamazônica. As decisões de alocação são feitas para cada um dos muitos "trechos", nos quais o lote é dividido para propósitos de simulação, com a ordem de alocação determinada em parte pela facilidade de preparação da terra baseada em prévias categorias de uso da terra. O procedimento de alocação de uso da terra no KPROG2, incluindo os valores e justificativas dos parâmetros usados, é apresentada com maiores detalhes em outra parte (Fearnside, 1982b).

SETOR DE ALOCAÇÃO DO PRODUTO

SUBSISTÊNCIA E INVESTIMENTO

A alocação do produto é feita entre o consumo e o investimento, entre investimentos no desenvolvimento do lote e outros empreendimentos, e entre compras de bens duráveis e não duráveis. A primeira prioridade para os colonos simulados na alocação do produto é a alimentação sua e de suas famílias. O pagamento de débitos e investimentos vem depois. As alocações de subsistência são feitas para o consumo que preenche as necessidades da família, ou até que os suprimentos do produto

sejam esgotados. É feita uma pequena alocação para sementes a serem plantadas no ano seguinte (Apêndice). São dadas margens de segurança para estrago esperado de uma fração do produto estocado, sendo usadas taxas diferentes para o estrago de produtos estocados para consumo ou venda posterior e os produtos normalmente mais bem protegidos estocados para uso como semente (Apêndice). Os arranjos para a comercialização deixam uma margem para a possibilidade de que o transporte para os mercados possa não ser disponível, dependendo da localidade do lote do colono simulado com relação à estrada principal e o tempo desde o começo da ocupação (Apêndice).

As carências relativas às necessidades do produto que não são supridas pela produção do lote são preenchidas por compras, enquanto o dinheiro estiver disponível. É necessária também uma certa quantia de dinheiro para roupas e outros itens de subsistência não alimentares (Apêndice).

Depois que o dinheiro para subsistência é alocado e quaisquer débitos que o colono simulado tenha optado por pagar tenham sido pagos, uma parte do saldo remanescente é investido. A proporção investida depende do tipo do colono: empresários e agricultores independentes investem proporções maiores do que os agricultores artesãos e agricultores trabalhadores (Apêndice). O restante, incluindo a maioria do capital livre do colono, vai para consumo.

DIETA DOS COLONOS

As dietas dos colonos na rodovia Transamazônica em média não são más pelos padrões da maioria das áreas em desenvolvimento. A dieta média observada, com seu valor nutritivo, é mostrada na Tabela 4.6, junto com a dieta teórica que a família do colono desfrutaria se fosse consumir as quantidades de subsistência de cada produto. O fato dos valores observados serem mais baixos do que os valores teóricos deve-se em parte ao fato de que existem na população mais compradores do que vendedores dos produtos, e de que a dieta teórica de subsistência é derivada tirando-se o ponto central entre o consumo dos compradores e o dos vendedores de cada produto (Apêndice). A diferença é maior para carne, sendo que o valor teórico corresponde a 50,2 kg/cápita/ano de carne e o consumo médio observado foi de 17,7 kg/cápita/ano.

(Tabela 4-6)

TABELA 4.6. DIETAS DOS COLONOS

	DIETA/CÁPITA OBSERVADA			NUTRICAO/kg (a)			NUTRIÇÃO/CÁPITA/DIA				DIETA TEÓRICA PER CAPITA(b)		
ÍTEM	MEDIA (kg/ano)	DP	N	CALORÍAS	PROTEÍNA TOTAL (g)	PROTEÍNA ANIMAL (g)	CALORIAS	PROTEÍNA TOTAL (g)	PROTEÍNA ANIMAL (g)	SUBSISTÊNCIA(c) (kg/ano)	CALORIAS/ DIA	PROTEÍNA TOTAL (g/dia)	PROTEÍNA ANIMAL (g/dia)
ARROZ(d)	116,6	64,4	19	2.360	53,3	0	753,39	17,02	0	140,6	908,46	20,52	0
FEIJAO(e)	43,2	19,0	13	3.260	191,0	0	385,13	22,56	0	39,3	350,77	20,55	0
MANDIOCA(f)		30,6	14	3.440	13,6	0	402,91	1,59	0	61,7	574,35	2,30	0
CARNE	17,7	10,9	11	1.160	210,0	210,0	56,21	10,18	10,18	50,2	159,43	28,86	28,86
TUBERCULO	S 135,4	54,1	4	1.300	13,0	0	481,88	4,82	0	135,4	481,90	4,82	0
COMPRAS(g)	)						827,54	2,81	2,81		827,54	2,81	2,81
TOTAIS							2.907,06	58,98	12,99		3.302,45	79,86	31,67

a) Valores nutricionais do Brasil, ACAR-PARÁ, (s/d-a), 1974). Corrigido para perdas.

b) Dieta alvo, não resultados simulados.

c) Derivada dos pontos médios entre compradores e vendedores de produtos.

d) Com cascas.

e) *Phaseolus* e *Vigna*, sementes secas.

f) Farinha de mandioca brava e de macaxeira.

g) Compra de outros produtos além de arroz, milho, feijão, mandioca, caca e carne enlatada.

A dieta teórica que os colonos simulados tentam obter é substancialmente acima dos padrões usados para critérios de capacidade de suporte, o quais exigem um consumo diário médio per cápita de 2.500 calorias, 38 g de proteína total, e 25 g de proteína animal. Isso protege muitos colonos simulados do fracasso de alcançar os padrões, especialmente no caso da proteína animal. Os 50,2 kg/cápita/ano de carne na dieta teórica é bem acima dos 45 kg aproximados que constitui o padrão mínimo. As 25 g/cápita/dia do padrão da ONU-FAO usado é em si bastante alto, sendo 10 g/cápita/dia, ou até menos, considerado adequado por muitas autoridades (McArthur, 1977). A cifra mais alta é consistente com os padrões usados pelos órgãos locais do governo (Brasil, AGAR-PARÁ, 1974a).

SETOR POPULACIONAL

POPULAÇÃO INICIAL E PROCESSOS DEMOGRÁFICOS

O tamanho da população de colonos influencia tanto a demanda pelos produtos quanto a capacidade dos lotes de produzirem esses produtos. Depois de um certo ponto, aumentos no tamanho da população não resultam na mesma proporção de aumento proporcional, levando à queda de consumo per cápita e à ocorrência de fracassos.

As características da população inicial geradas no KPROG2 incluem o tipo do colono simulado (ver Tabela 4.7), condição como um caçador ou não caçador, e o valor do capital inicial e dos bens de capital (Apêndice). Idade, sexo e problemas de saúde afetam o suprimento de mão-de-obra para a agricultura (Apêndice).

(Tabela 4-7)

TABELA 4.7.FREQÜÊNCIAS DOS TIPOS DE COLONOS NAS POPULAÇÕES ORIGINAIS E DE RECÉM-CHEGADOS

	TIPO DO COLONO				
CLASSIFICAÇÃO DO COLONO	EMPRESÁRIO	AGRICULTOR INDEPENDENTE	AGRICULTOR & ARTESÃO	AGRICULTOR TRABALHADOR	NÚMERO DE OBSERVAÇÕES
ORIGINAL	0,02	0,17	0,22	0,59	103
RECÉM-CHEGADO	0,11	0,52	0,05	0,32	19

Os efeitos da nutrição sobre a fertilidade não tem sido incluídos na simulação porque em geral eles são indiretos. Sabe-se que a má nutrição diminui somente levemente a fecundidade (potencial de reprodução), exceto em extremos casos de inanição (Bongaarts, 1980). O correlacionamento positivo da fertilidade (reprodução real) com a desnutrição em uma base mundial (Butz & Halbicht, 1976) pode ser atribuído em parte ao uso mais generalizado do controle da natalidade entre os mais bem nutridos. Na simulação as taxas de fertilidade permanecem fixas nos níveis de população rural do Brasil de 1970 usados como parâmetros (Apêndice). Isso não afeta a estimativa da capacidade de suporte feita usando-se tamanhos fixos de população simulada.

Consumo de calorias e de proteínas totais afetam a mortalidade, no entanto, quando o tamanho da população simulada não é congelado artificialmente (Apêndice). Os efeitos são derivados a partir daqueles usados pela equipe de modelagem Mesarovic-Pestle do Clube de Roma (Mesarovic & Pestle, 1974a,b; Mesarovic et al., 1974) no setor de população de seus modelos mundiais multi-nivelados (Ochmen & Paul, 1974; Weisman, 1974).

Outros processos populacionais modelados incluem o casamento dos colonos e a imigração e emigração individual e familiar (Apêndice). A rotatividade na população devido à substituição de unidades familiares inteiras é especialmente significativa para o futuro da área.

ROTATIVIDADE DOS COLONOS

A rotatividade das famílias de colonos na rodovia Transamazônica tem sido uma força importante na mudança da paisagem. Das 3.800 famílias assentadas no Projeto de Altamira, 665 ou 17,5 %, deixaram seus lotes até o final de 1974 (Brasil, INCRA, 1974). Se os abandonos e vendas fossem continuar a esse ritmo, a população original de colonos teria uma meia vida de somente onze anos. Dentro da área de estudo intensivo, 33% dos lotes foram abandonados ou vendidos pelo menos uma vez durante o mesmo período de 1971-1974. Desde então a maioria dos lotes na área mudaram de dono. Começando em 1976 houve um influxo maior de compradores em perspectiva. Os valores da terra aumentaram acentuadamente e a regularização dos títulos da terra tornaram as vendas mais lucrativas para muitos vendedores. Desde 1976, o número de lotes abandonados pelos colonos caiu a níveis insignificantes pois os lotes encontram compradores à espera.

As razões para venda e abandono dos lotes são extremamente diversas e não foram modeladas explicitamente nas simulações da capacidade de suporte. Na rodovia Transamazônica, se os lotes não produzem o suficiente para satisfazer os colonos e se eles percebem que podem obter melhores resultados ou em um novo lote de terra virgem ou se mudando para a cidade, a decisão de abandonar ou de vender o lote é uma decisão natural. Como todos os colonos deixaram para trás uma vida passada para vir para a rodovia Transamazônica, a idéia de estar amarrado a um pedaço de terra lhes é estranha.

Muitos dos abandonos iniciais podem ser atribuídos ao choque sobre pessoas de outras partes do Brasil e de ocupações não agrícolas que tentam se adaptar à dureza da agricultura pioneira na Amazônia. Os abandonos por esses motivos já diminuíram: aqueles que "não têm a coragem de enfrentar as condições" (como os colonos dizem) foram eliminados, os que ficaram tornaram-se melhor adaptados e as condições melhoraram. Embora se possa atribuir alguns abandonos às condições indesejáveis nos lotes das estradas laterais, o mesmo número de colonos deixou lotes na beira da estrada da área de estudo intensivo, possivelmente devido à maior facilidade de encontrar compradores para lotes na estrada principal.

Os abandonos parecem ser aleatórios no que diz respeito ao tipo de solo dentro da área de estudo intensivo. No entanto, uma estrada lateral (No. 13/15), que tem um solo notoriamente pobre (fora da área de estudo intensivo), ficou famosa por toda a área pelo grande número de lotes abandonados no período de 1974-1976. Os colonos que não têm prévia experiência agrícola parecem ser os mais prontos a partir, do que aqueles que cresceram como agricultores: um ex-colono que vendia picolés nas ruas de Fortaleza antes de se mudar para a área de estudo está agora vendendo picolés nas ruas de Altamira.

O débito financeiro é também um grande contribuinte para a rotatividade dos colonos. Muitos colonos levaram emprestadas grandes somas de dinheiro; poucos desperdiçaram os fundos porém, com grande freqüência, o dinheiro foi gasto na agricultura como era a intenção mas, foram levados a situações sem esperanças quando as colheitas fracassaram. As queimadas pobres em 1971-1972 e 1973-1974, mais o fracasso da variedade de arroz barbalha distribuído pelo INCRA em 1972-1973, deixou muitos com grandes débitos, sendo que o período de carência para muitos expirou em 31 de outubro de 1975.

Muitos colonos que não abandonariam suas terras estavam querendo vender seus lotes, ou transferi-los para qualquer pessoa que assumisse seus débitos. Antes de 1975 qualquer um que comprasse um lote podia assumir os débitos do colono anterior sob os mesmos termos favoráveis, mas desde então o comprador em perspectiva deve pagar o débito todo imediatamente. Essa mudança não diminuiu a rotatividade dos colonos devido ao crescente fluxo de compradores em perspectiva, especialmente em seguida às geadas que mataram o café no Paraná em 1975.

A tomada de lotes pelos bancos por fracasso no pagamento dos débitos é muito rara, embora o medo deste tipo de despejo tenha sido freqüentemente um motivo para a venda. Apesar dos termos de financiamento altamente favoráveis, a existência de débitos representa uma ameaça constante aos colonos. Mesmo os pequenos débitos com termos favoráveis de pagamento podem ser um problema se a colheita fracassa e o colono não tem com o que pagar. Quando o termo de um débito se estende além de oito ou vinte anos, parece ser uma certeza virtual que a colheita fracassará pelo menos em um desses anos.

Os ferimentos e doenças debilitantes têm sido fatores de muitos abandonos. Um fator, relacionado com a saúde mencionado algumas vezes pelos colonos que partiam, eram as picadas de pium (*Simulium* spp.), um díptera sugador de sangue, feroz, que aparece em nuvens durante os meses chuvosos. A distribuição desse mosquito preto é desigual, com alguns grupos sendo muito piores do que os outros. Os pés e os tornozelos de uma pessoa que sejam severamente picados podem inchar como bolas provocando dor e até tornando impossível o trabalho (Pinheiro *et al*., 1974a,b).

Muitos dos abandonos e vendas provêm de eventos aleatórios que não têm nenhuma relação com a produção do lote, tais como problemas conjugais ou familiares, morte ou invalidez do chefe da família, ou brigas com os vizinhos. O alcoolismo tem sido um fator contribuinte em muitos casos, levando a brigas, uso insensato do dinheiro, perda do tempo do trabalho e dois assassinatos na área de estudo intensivo.

Como a terra virgem ainda é disponível para todos os

colonos na área de estudo intensivo, nenhum dos abandonos e vendas até agora são o resultado do declínio da produção que se segue à degradação ambiental de lotes inteiros. Alguns dos abandonos e vendas que se seguem a um ou dois anos de colheitas pobres podem ter ocorrido sob condições semelhantes àquelas que se esperam com a degradação ambiental decorrente da superação da capacidade de suporte. O grande número de abandonos e vendas não relacionados à produção tornam difícil a identificação dos casos ligados às colheitas pobres.

Pode-se esperar que a rotatividade do colono desempenhe um papel contínuo na mudança dos padrões agrícolas na área. O influxo de mais capital com novos colonos também representa um suplemento contínuo ao valor da produção gerada dentro da própria área. De qualquer forma, embora os colonos individuais possam mudar, os processos de erosão, lixiviação, compactação e regeneração do solo, bem como os tamanhos fixos dos lotes e da área de colonização, permanecerão os mesmos.

Os componentes do agro-ecossistema dos colonos da rodovia Transamazônica, tais como produção agrícola, alocação do uso da terra, alocação do produto, e processos populacionais, precisam ser reunidos juntos em um modelo do sistema todo para a estimativa da capacidade de suporte. As características de um modelo estocástico para a simulação desse sistema, e alguns dos resultados para a estimativa da capacidade de suporte, são assuntos do próximo capítulo.

CAPÍTULO 5: UM MODELO ESTOCÁSTICO DA CAPACIDADE DE SUPORTE NA TRANSAMAZÔNICA

"KPROG2" é um programa de computador que simula o agro-ecossistema de uma população de colonos instalados ao longo de uma parte da rodovia Transamazônica. O modelo é destinado à estimativa da capacidade de suporte sustentável sob diferentes hipóteses. A capacidade de suporte está definida, operacionalmente, como a densidade populacional na qual a probabilidade de fracasso do colono (i.e., a probabilidade do consumo cair abaixo dos níveis mínimos) excede um máximo aceitável culturalmente definido. A meta final desses esforços de modelagem é produzir estimativas confiáveis de capacidade de suporte para uso de planejadores de desenvolvimento, impedindo assim o sofrimento humano e a degradação ambiental que resultam da ultrapassagem da capacidade de suporte.

O estudo atual pretende examinar o assunto de capacidade de suporte apenas no contexto dos tipos de sistemas agrícolas atualmente em uso ou sendo contemplados para a área de colonização da rodovia Transamazônica. Enquanto são incluídas margens para mudanças tecnológicas, não são, no entanto, consideradas formas de tecnologia não agrícolas que possam, por exemplo, suportar um centro urbano.

CARACTERÍSTICAS DO MODELO KPROG2 DE CAPACIDADE DE SUPORTE

O KPROG2 foi planejado para reduzir o vício na estimativa da capacidade de suporte como uma conseqüência de suposições restritivas tais como aquelas discutidas no Capítulo 3. A flexibilidade é aumentada suprindo-se com a quantidade máxima possível de informação como dados de entrada em vez de ser embutido nos programas compilados. As características do programa que se destinam a evitar as limitações de outros métodos de estimativa da capacidade de suporte são discutidas abaixo. Pode-se encontrar documentação mais detalhada em outra parte (Fearnside, 1979c; ver também 1986g).

FATORES LIMITANTES MÚLTIPLOS

O KPROG2 pode fazer determinações de capacidade de suporte baseado em fatores limitantes múltiplos. As probabilidades de fracasso do colono (proporções dos anos do colono nos quais não se alcançou os padrões mínimos de consumo) são computadas separadamente na base de calorias, proteína total, proteína animal, dinheiro por família, e proporção da terra desmatada. Também é gerada uma probabilidade combinada de fracasso baseada nas medições de per cápita.

FATORES DINÂMICOS

A providência para a mudança tecnológica é feita de duas formas: o desenvolvimento gradual de produções de base de diferentes culturas, como a partir de variedades aperfeiçoadas de sementes, durante intervalos especificados de anos; e mudando-se os padrões de uso da terra (por exemplo, uma troca de culturas anuais por estratégias de pecuária ou culturas perenes, baseada na rotatividade da população dos colonos).

É incluído um setor de população flexível. Um comutador permite que se façam execuções, com um tamanho "congelado" de população em um tamanho familiar médio para que se possam simular diferentes tamanhos de lotes para computar as probabilidades sustentáveis do fracasso do colono em densidades específicas. A capacidade de suporte é então calculada a partir dos gráficos de resultados de muitas execuções, semelhante à curva hipotética apresentada no Capítulo 4. Alternativamente, um setor de população dinâmica pode ser ativado onde processos demográficos produzem mudanças de população.

MUDANÇAS NA QUALIDADE DO SOLO

A variabilidade da qualidade do solo é gerada a partir da distribuição de freqüência e matrizes Markov de probabilidades de transição entre níveis de fertilidade, dadas mudanças entre lotes ou entre trechos dentro de um lote (Fearnside, 1984b; ver Apêndice, Tabelas A.1 até A.6). As correlações entre nutrientes nos solos da floresta virgem real são mantidos nas qualidades do solo simulado.

As qualidades de queimada variam, sendo que as queimadas boas e más são previstas a partir das datas do corte e da queima (Fearnside, 1986f) e os padrões meteorológicos são gerados para reproduzir as distribuições observadas para três tipos de variabilidade: variação de um dia para o outro, de anos chuvosos para secos, e de estações prematuras para tardias (Fearnside, 1984c; ver Apêndice, Tabelas A.7, 8, 9). A erosão é prevista para terra em diferentes usos a partir de regressões baseadas no declive e na chuva (Fearnside, 1980c). O efeito da erosão é incluído na qualidade do solo em contraste com muitos estudos que ignoram a degradação do solo.

Os períodos de pousío variam de acordo com os padrões dos colonos reais em vez de ser artificialmente restritos aos períodos que correspondem à recuperação total da qualidade do solo. Assim foi evitada a circularidade inerente a muitos estudos que presumem um pousío completo. Pode-se fazer também execuções com períodos fixos de pousío de diferentes durações.

As mudanças do solo são computadas e armazenadas separadamente para cada trecho de terra, criando um mosaico de trechos em diferentes estados de degradação e regeneração. Os efeitos da queimada sobre os solos são computados separadamente para três tipos de queima: virgem, vegetação secundária e mato. Os efeitos da queima de floresta virgem e vegetação secundária dependem da qualidade da queima. Também estão incluído o número de dias que o trecho ficou em cada uso de terra, assim como os níveis de outros nutrientes do solo. As mudanças no solo sob pastagens são computadas separadamente (Apêndice; Fearnside, 1980b). Os insumos de fertilizantes e calagem são incluídos para o cacau e a pimenta-do-reino com os cálculos apropriados de probabilidades de fertilização, dosagens e ajustes de dinheiro.

PRODUÇÕES AGRÍCOLAS

As produções de culturas são previstas e providências são tomadas para reproduzir a variabilidade contribuída por várias causas. As produções das culturas primeiro são preditas a partir de regressões de produções sobre nutrientes do solo e outros fatores, onde o número das observações é adequado para arroz de sequeiro, milho, feijão (Phaseolus vulgaris), feijão-de-corda (Vigna sinensis), mandioca brava, macaxeira (mandioca doce), cacau, pimenta-do-reino, e pastagem (Fearnside, 1979a,d, 1980a, 1984d). A densidade do plantio e as densidades das culturas consorciadas são geradas a partir de freqüências observadas e incluídas como variáveis independentes em modelos de regressão para arroz, milho e feijão Phaseolus. As produções são primeiro calculadas como proporções de uma produção base, que representa a produção para aquela cultura obtida nos ensaios da estação experimental agrícola na área. Os fatores que não estão diretamente incluídos nos modelos de regressão, como doenças da cultura, acamamento, pragas de insetos e de vertebrados e germinação pobre, são incorporados depois das regressões, através de multiplicadores gerados para esses efeitos, expressados como proporções da produção prevista pela regressão. A variabilidade não explicada remanescente é gerada a partir do erro padrão da estimativa para a regressão. É incluído, também, o estrago de produtos armazenados.

Doenças de culturas são modeladas para doenças do cacau, uma doença de pimenta-do-reino e uma doença para o feijão Phaseolus. É reproduzida a epidemiologia das doenças para representar tão realisticamente quanto possível, o padrão em uma área como a rodovia Transamazônica. As doenças de culturas têm-se demonstrado com a capacidade de devastar grandes áreas dessas e de outras culturas.

As fontes de proteína animal são modeladas com cuidados

especiais. Os animais abatidos pela caça são tidos como colhidos de acordo com a condição do colono como "caçador" ou "não caçador", baseado nas freqüências reais desses dois grupos culturalmente distintos (usando dados de Smith, 1976b). A caça excedente é vendida para os outros lotes dentro da comunidade simulada. A proteína animal também é obtida de galinhas, que são alimentadas com milho. As deficiências que não são satisfeitas pela produção do lote e compras de caça dentro da comunidade são preenchidas pela compra de carne seca ou enlatada ou peixe de fora, desde que haja o suficiente de dinheiro disponível.

A alocação do uso da terra inclui arroz de sequeiro, milho, feijão (Phaseolus), feijão-de-corda (Vigna), mandioca brava, macaxeira (mandioca doce), cacau, pimenta-do-reino, capim sem animais e capim com animais. Existem vinte combinações possíveis de culturas, mais quatro usos de terra não cultivada.

COMPORTAMENTO ECONÔMICO DO COLONO

Os colonos são classificados nos quatro tipos discutidos no Capítulo 4. Os valores iniciais gerados de acordo com o tipo do colono inclui informação demográfica (Apêndice, Tabela A.36), capital inicial e bens duráveis. A seleção de quatro estratégias possíveis de desenvolvimento do lote e quatro padrões de mão-de-obra externa também é baseada em probabilidades específicas ao tipo do colono.

A variedade de estratégias dá grande flexibilidade na representação do comportamento da população colonizadora. Os colonos recém-chegados selecionam entre as combinações de estratégias possíveis com diferentes freqüências daqueles que fazem parte da população original. A alocação do produto entre o investimento e o consumo e entre compras de duráveis e não duráveis também é influenciada pelo tipo do colono.

O suprimento de mão-de-obra é simulado, afim de limitar as quantias de terra que podem ser derrubadas e cultivadas em diferentes culturas (Apêndice, Tabelas A.10-12). Também está incluída a suplementação da mão-de-obra familiar por mão-de-obra contratada, com restrições das quantias de capital alocadas por cada família para investir no desenvolvimento do lote. O suprimento de mão-de-obra é modelado para refletir os efeitos de várias doenças humanas (Apêndice, Tabelas A.39, A.41). A probabilidade pequena, mas importante, de que membros chaves da família possam cair doentes no momento da derrubada, do plantio ou da colheita, também está incluída.

As trocas com a economia de dinheiro são modeladas em detalhe. Os preços de compra e venda dos produtos variam (Apêndice, A.28, 29). Os custos em dinheiro para o

estabelecimento e manutenção de culturas são incluídos no setor de alocação de recursos (Apêndice, Tabelas A.13). O suprimento de sementes do governo também está incluído quando é apropriado. Juros, cronogramas de pagamentos, probabilidades de financiamento e critérios de elegibilidade são especificados para doze tipos de empréstimos, com um fator para o efeito da inflação no pagamento das dívidas. Enquanto que a área da rodovia Transamazônica recebeu pesados subsídios de desenvolvimento do governo, a burocracia e os custos escondidos do sistema de crédito podem representar um peso que muitas vezes torna a agricultura, para os colonos individualmente, um negócio anti-econômico (ver Bunker, 1979, 1980a,b; Wood & Schmink, 1979). A disponibilidade de transporte para levar as safras das culturas ao mercado também está incluída, pois este era um problema importante para muitos colonos nas estradas vicinais durante os anos iniciais da colonização. São feitas provisões para melhoramentos, com o tempo, nas condições de transporte.

São incluídas as fontes de renda não agrícolas. São modelados quatro tipos de mão-de-obra externa que freqüentemente fazem uma diferença crítica para os colonos: mão-de-obra paga como diária, empreendimentos, emprego no governo ou profissão (motoristas, etc.) e esposa e crianças que trabalham. Os colonos simulados podem investir em pequenas empresas, tais como em uma mercearia ou em um caminhão de transporte.

São incorporadas, em vários pontos do modelo, proteções contra o fracasso dos colonos. A alocação do uso da terra provê uma margem de segurança contra a probabilidade de fracasso da colheita que é implícita na variabilidade na produção para cada cultura. Essa margem está baseada no estatístico "z" do risco máximo de fracasso aceitável do colono (um parâmetro de entrada) e a variabilidade esperada na produção para a cultura. Uma função de aprendizagem permite que os colonos simulados baseiem suas decisões em experiências passadas cumulativas com produções de culturas na área simulada, incluindo tanto a média quanto a variância dessas produções. A alocação do colono para culturas de subsistência reflete assim tendências do passado nas produções das culturas (dentro dos limites da mão-de-obra, capital e sementes disponíveis), fornecendo uma proteção contra a variabilidade da produção. Quando ocorrem revezes para culturas individuais, o colono simulado é capaz de comprar itens de subsistência com o dinheiro ganho com as vendas de culturas comerciais ou de outras fontes, como trabalho externo, venda de bens duráveis ou empréstimos particulares se o colono tiver suficiente sorte para conseguir um. A diversidade das culturas plantadas também fornece alguma medida da proteção contra uma produção pobre para qualquer cultura em particular.

As sub-rotinas do setor agrícola do KPROG2 estão

incorporadas em um programa menor, com uma miríade de modificações pequenas mas necessárias, para produzir simulações de produções de culturas durante o tempo sem a complexidade adicional necessária para traduzir essas produções em capacidade de suporte humano. A simulação agrícola, AGRISIM, requer que sejam dadas entradas nas decisões de uso da terra e de tempo de cultivo e de pousío para culturas anuais, a partir do terminal quando se faz cada execução.

MÉTODOS DE MODELAGEM

A simulação do KPROG2 é escrita inteiramente em FORTRAN-IV, nível-G usando o Michigan Terminal System (MTS) como sistema operacional (University of Michigan, 1976a). As simulações foram executadas no computador Amdahl 470V/6, da Universidade de Michigan, com um software compatível com o IBM 370.

Foram feitas várias execuções para testar a sensitividade das respostas das simulações para mudanças nos parâmetros de entrada, embora não se tenha ainda realizado uma série completa de testes de sensitividade. Descobriu-se que o tamanho dos "pedaços" ou "trechos" de terra (pequenas áreas simuladas de terra) usados para guardar informação de solo e de uso da terra afeta, por exemplo, o setor de alocação do uso da terra, freqüentemente representando a diferença crítica entre o sucesso e o fracasso. Depois de algumas experimentações, foi selecionado um pedaço de terra de 0,25 ha como um acordo razoável entre economia de tempo de computador e comportamento sem erro sistemático do modelo para todas as execuções a serem utilizadas na estimativa da capacidade de suporte. Para parâmetros como tamanho do pedaço de terra, que são aspectos puramente arbitrários da construção do modelo, mais do que as representações de dados do mundo real, foram feitos ajustes para evitar um comportamento não realístico. Foram introduzidos parâmetros que representam o mundo real como é, sem modificação, em contraste com muitos dos modelos existentes de sistemas humanos.

ESTRUTURA DO MODELO

SETORES E ESTRUTURA CAUSAL

O programa KPROG2 pode, à primeira vista, parecer um vasto labirinto de 63 subprogramas repartindo informações através de 62 regiões COMMON rotuladas. Na realidade, a estrutura causal essencial do programa pode ser visualizada bem simplesmente a partir do arranjo de setores dentro dos quais várias partes podem ser agrupadas. O agro-ecossistema age como um filtro

mapeando informações sobre recursos iniciais em termos de capacidade de suporte (Figura 5.1).

(Fig. 5-1)

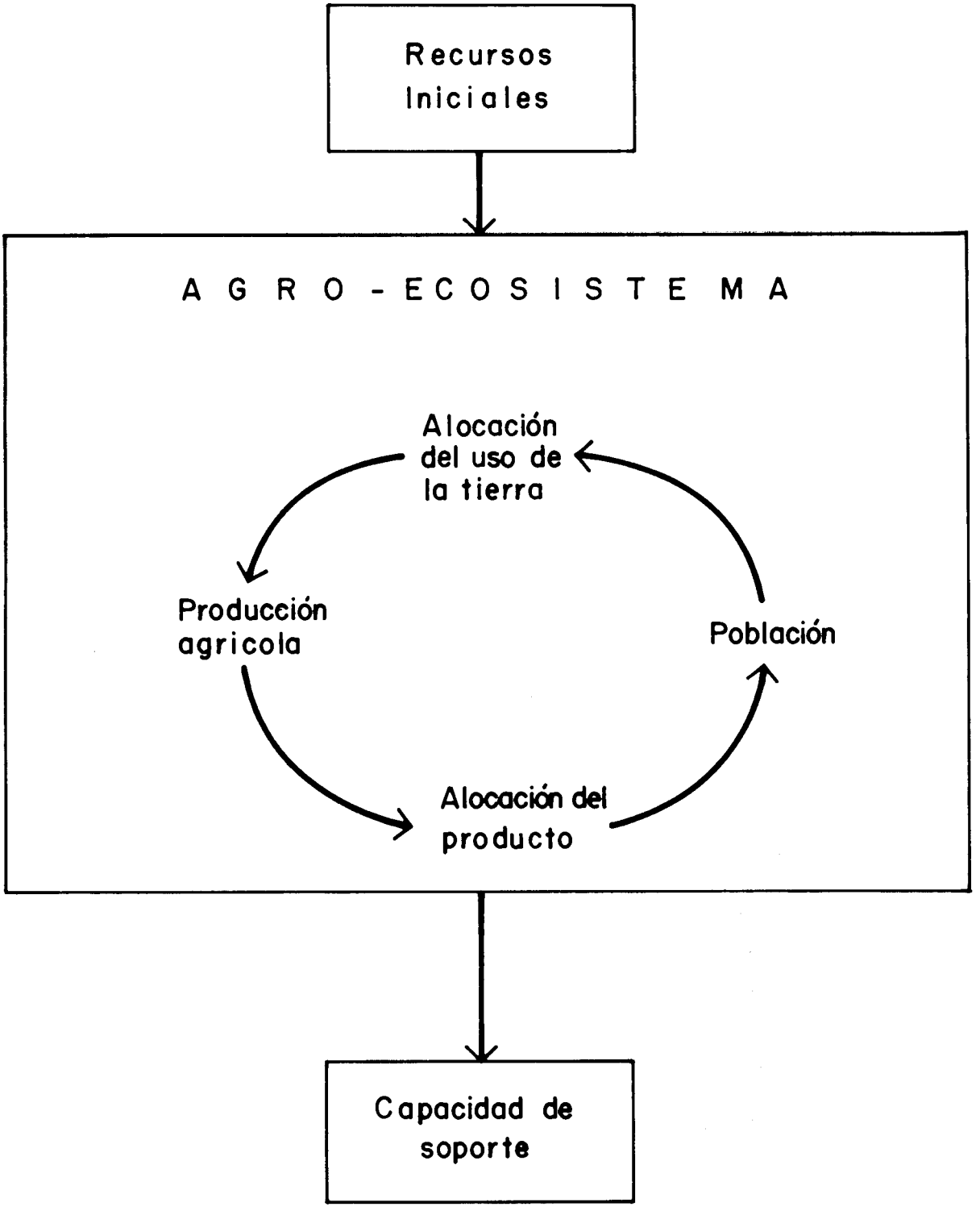
(Legenda da Figura 5-1)

Fig. 5.1. Resumo dos relacionamentos causais entre os setores do KPROG2. (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

As informações de entrada do sistema, na forma de pluviosidade, qualidade do solo, tipos de colono, etc., entram em cálculos que, posteriormente, resultam em valores para a capacidade de suporte. O agro-ecossistema responde às condições iniciais dentro do contexto dos processos ecológicos e sociais incluídos no modelo; muitos destes processos agem como amortecedores que protegem a população de colonos contra os efeitos da variabilidade nos parâmetros de entrada.

O setor alocação de recursos ou do uso da terra modela decisões relacionadas à quantidade da área destinada a cada cultura ou combinação de culturas. Estas decisões naturalmente afetam períodos de pousío (descanso) da terra e outros itens relacionados com a fertilidade do solo. O setor de produção agrícola calcula quanto de cada cultura é colhido baseado em áreas plantadas, fertilidade do solo e muitos outros fatores que influenciam o rendimento. A produção resultante para o lote é então alocada entre vários usos possíveis no setor de alocação de produto, incluindo o consumo e o investimento no desenvolvimento do lote. As quantidades de produtos consumidos contribuem na manutenção da população quando o setor populacional está funcionando de modo dinâmico, isto é, o crescimento populacional é sustentado pelo consumo adequado e níveis menores de consumo levam a taxas de mortalidade maiores. A população, por sua vez, influencia a alocação do uso da terra; maiores famílias têm tanto a capacidade para o desmatamento aumentada, quanto também uma demanda mais alta de culturas de subsistência. As informações são tomadas de vários pontos, neste processo de cálculo, para computar a capacidade de suporte, cálculo que é derivado dele mas não é parte do programa.

No setor de produção agrícola, as condições meteorológicas afetam a qualidade do solo através de sua influência tanto na qualidade da queimada, quanto na erosão. A qualidade do solo, por sua vez, é um dos vários fatores que afetam a produção das culturas. As produções dos pedaços individuais de terra, quando multiplicados pelas áreas dos pedaços e feita a somatória de


Recursos Iniciales
A G R O - E C O S I S T E M A
Alocación del uso de la tierra
Producción agricola
Población
Alocación del producto
Capacidad de soporte

todos os pedaços no lote, nos dão a informação da produção do lote, que é passada ao setor de alocação de produto.

É dada uma indicação de alguns dos mais importantes componentes e relacionamentos incluídos no modelo pelo diagrama de alças causais (Figuras 5.2 e 5.3). Os sinais dos relacionamentos causais são dados na cabeça de cada seta, e no caso do diagrama mais simplificado (Figura 5.2) os sinais de algumas das alças principais de retroalimentação são indicadas em parêntesis. Também estão incluídos os relacionamentos não monotônicos, bem como decisões categóricas influenciadas por processos estocásticos.

(Fig. 5-2)

(Legenda da Figura 5-2)

Fig. 5.2. Diagrama de alças causais simplificado do programa KPROG2. (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

(Fig. 5-3)

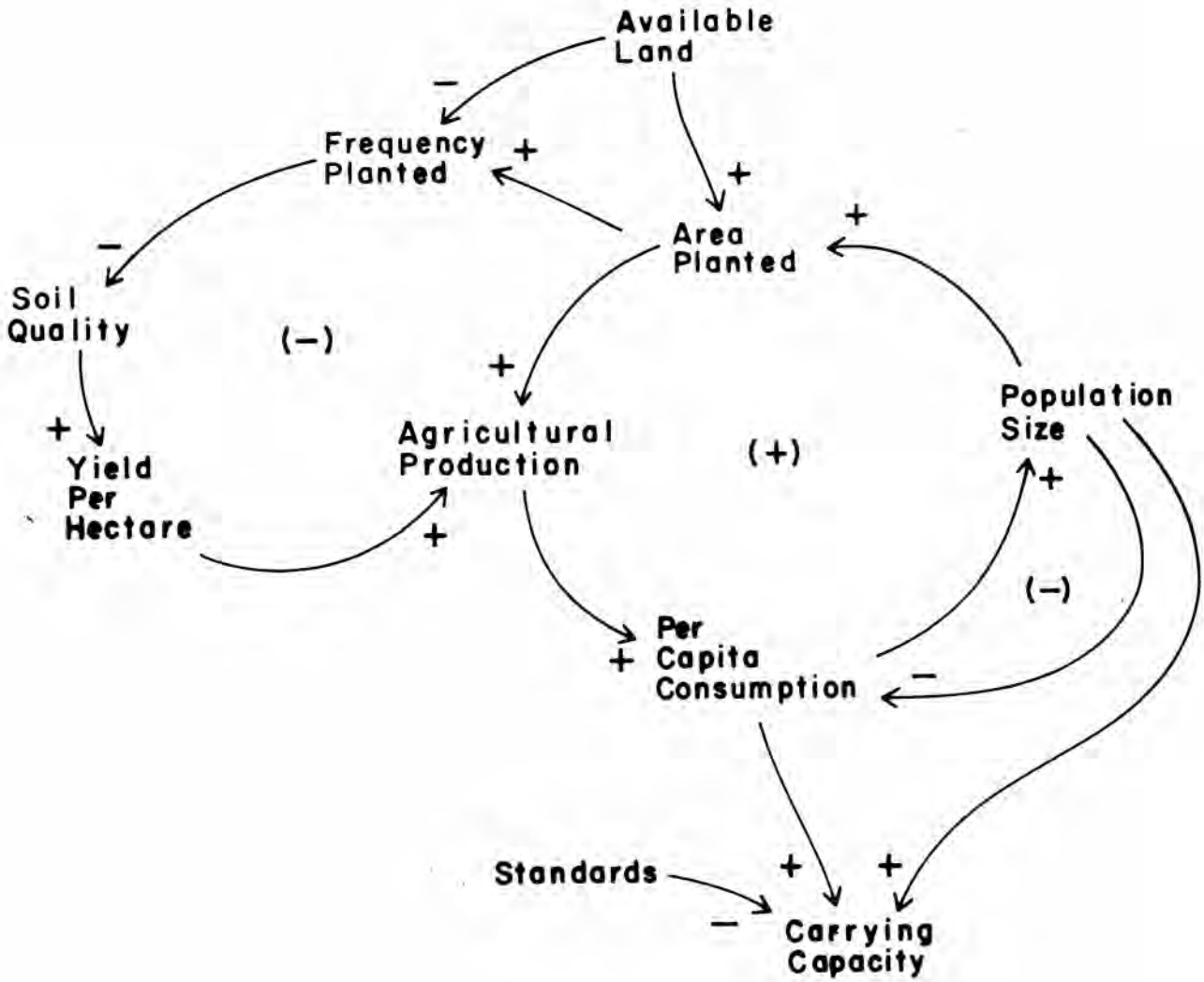
(Legenda da Figura 5-3)

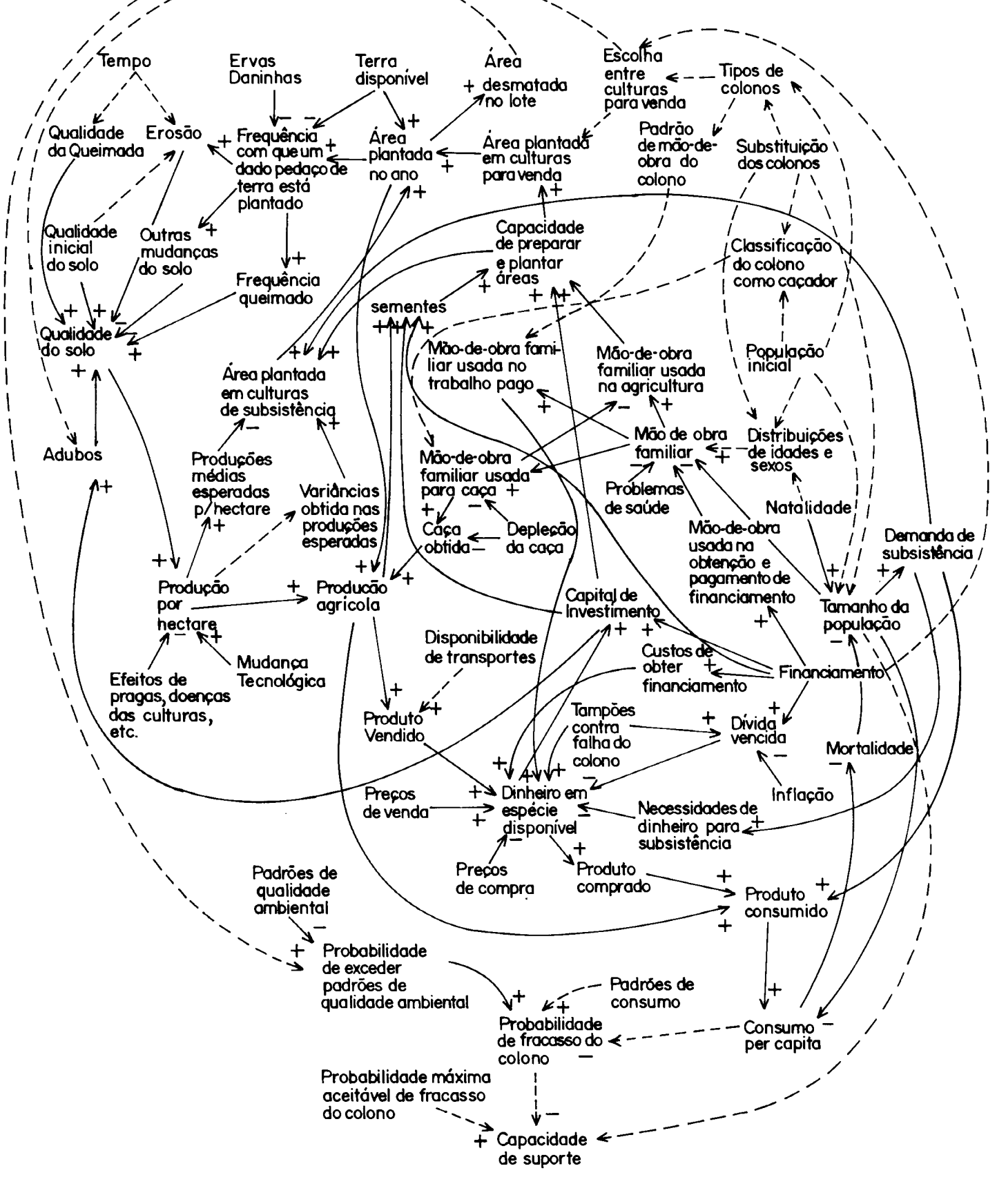
Fig. 5.3. Diagrama de alças causais das relações entre algumas das variáveis incluídas no programa KPROG2. (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

Na realização dos cálculos no modelo, a seqüência lógica depende parcialmente do nível geográfico para o qual a informação se aplica. A ordem dos acontecimentos no modelo é delineada brevemente na próxima seção.

SEQÜÊNCIA DOS CÁLCULOS

Na execução do programa, os subprogramas são agrupados pelo tamanho da unidade à qual se aplicam, em vez de serem agrupados pelo setor do programa definido pelas principais relações causais. As alças principais de iteração no programa (Figura 5.4 agrupam os cálculos em operações feitas anualmente para cada pedaço de terra, cada lote, e a comunidade inteira. As estatísticas referentes ao total da área simulada são computadas


Available Land
Frequency Planted
Area Planted
Soil Quality
(−)
Agricultural Production
(+)
Population Size
Yield Per Hectare
Per Capita Consumption
(−)
Standards
Carrying Capacity


Tempo
Ervas Daninhas
Terra disponível
Área desmatada no lote
Escolha entre culturas para venda
Tipos de colonos
Qualidade da Queimada
Erosão
Frequência com que um dado pedaço de terra está plantado
Área plantada no ano
Área plantada em culturas para venda
Padrão de mão-de-obra do colono
Substituição dos colonos
Qualidade inicial do solo
Outras mudanças do solo
Capacidade de preparar e plantar áreas
Classificação do colono como caçador
Frequência queimado
sementes
Qualidade do solo
Mão-de-obra familiar usada no trabalho pago
Mão-de-obra familiar usada na agricultura
População inicial
Área plantada em culturas de subsistência
Mão de obra familiar
Distribuições de idades e sexos
Adubos
Produções médias esperadas p/hectare
Mão-de-obra familiar usada para caça
Problemas de saúde
Natalidade
Variâncias obtida nas produções esperadas
Caça obtida
Depleção da caça
Mão-de-obra usada na obtenção e pagamento de financiamento
Demanda de subsistência
Produção por hectare
Produção agrícola
Capital de investimento
Tamanho da população
Disponibilidade de transportes
Custos de obter financiamento
Financiamento
Efeitos de pragas, doenças das culturas, etc.
Mudança Tecnológica
Produto Vendido
Tampões contra falha do colono
Dívida vencida
Mortalidade
Preços de venda
Dinheiro em espécie disponível
Inflação
Necessidades de dinheiro para subsistência
Preços de compra
Produto comprado
Padrões de qualidade ambiental
Produto consumido
Probabilidade de exceder padrões de qualidade ambiental
Padrões de consumo
Probabilidade de fracasso do colono
Consumo per capita
Probabilidade máxima aceitável de fracasso do colono
Capacidade de suporte

para várias medidas, após cada ano de simulação. Estas medidas incluem, tanto informações sobre consumo (tais como calorias, proteína total, proteína animal e padrão de vida em termos de dinheiro per cápita), como também indicadores de qualidade ambiental (tais como a proporção da área desmatada e as médias referente à área total para níveis de nutrientes no solo para terras sob diferentes usos). A impressão dessas medidas permite o cálculo da capacidade de suporte baseada em diversos critérios.

(Fig. 5-4)

(Legenda da Figura 5-4)

Fig. 5.4. Fluxograma resumido do programa KPROG2, com agrupamento das operações por nível. (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

As operações em cada nível principal, mostradas na Figura 5.4, estão agrupadas pelo setor de programa na Tabela 5.1.

(Tabela 5-1)

TABELA 5.1. OPERAÇÕES DO PROGRAMA KPROG2 POR NÍVEL E SETOR

Nível	Setor	Operação
Geração de condições iniciais	Recursos iniciais	Qualidade inicial do solo[a]
	População	População inicial (distribuição de idade e sexo)
		Antecedentes dos colonos iniciais
		Capital inicial
Operações específicas ao ano	Produção agrícola	Geração de condições meteorológicos
		Mudança tecnológica
		Doenças das culturas[a]
	Alocação do uso da terra[a]	Determinação de estratégia
		Determinação das necessidades de sementes

		Determinação das necessidades de subsistência Caça Trabalho remunerado e outros rendimentos Financiamento Manutenção de culturas perenes e pastagens Desmatamento de floresta e roçagem de capoeira Alocação entre culturas Verificações da suficiência de mão-de-obra e capital
	Alocação do produto	Preços
	População[a]	Saúde Cálculo de equivalentes de mão-de-obra familiar Geração da população de recém-chegados
Operações específicas aos pedaços de terra	Produção agrícola	Solos: (Qualidade das queimadas, efeito das queimadas, erosão, mudança no solo, solos sob pastagens, fertilizantes) Produções: (arroz, milho, feijão do sul *Phaseolus*, feijão-de-corda *Vigna*,

		mandioca brava, macaxeira, pastagens, cacau, pimenta-do-reino)
Operações específicas ao lote	Produção agrícola	Animais domésticos
	Alocação do produto	Transportes até o mercado
		Pagamentos de empréstimos
		Tampões contra fracassos
		Alocações de dinheiro
	População	Cálculos nutricionais
		Nascimentos e óbitos
		Imigração e emigração individual
		Imigração e emigração familial
Estatísticas da área como um todo	Capacidade de suporte	Probabilidades de fracasso do colono
		Estatísticas sobre o desmatamento

Fonte: Fearnside, s/d-e.
[a]Em alças separados, não mostrados na Figura 5.4.

RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

EXECUÇÕES PADRÃO

Informações Iniciais para Execuções Padrão.

Foram feitas várias execuções de ambos os programas, KPROG2 e o menor AGRISIM. As execuções foram projetadas para testar os efeitos de diferentes suposições e também para fazer estimativas da capacidade de suporte. A estratégia para fazer a estimativa da capacidade de suporte é de executar o KPROG2 com o setor populacional fixo (no caso do conjunto de parâmetros usado, o

tamanho de família para cada lote é sempre seis pessoas). As execuções são feitas com diferentes tamanhos de lotes para conseguir uma variação de densidade populacional sem distorcer as alocações do uso da terra que dependam da composição realística de famílias para cálculos de mão-de-obra familiar. A abordagem alternativa também é possível: variar o tamanho de família enquanto os tamanhos dos lotes permanecem fixos. Com o setor populacional dinâmico ativado, pode-se ver como as tendências da população são afetadas por mudanças internas devido a nascimentos e óbitos e por mudanças na população de colonos, como imigração e emigração, tanto de unidades familiares como de indivíduos.

Para simplificar a discussão, vamos considerar uma só execução estocástica com o setor populacional congelado em seis pessoas por família e um tamanho de lote de 25 ha, correspondendo assim a uma densidade populacional de 24 pessoas/km^2. Já que a execução aqui descrita é estocástica, o resultado representa apenas um dos vários possíveis resultados para uma área com esta densidade populacional. Outros resultados podem ser gerados executando-se o programa com os números iniciais de "semente" para geração de números pseudo-aleatórios diferentes do valor usado neste exemplo (1113333).

A execução foi feita usando uma comunidade de 10 lotes com 100 pedaços de terra por lote. "Pedaços de terra", as pequenas áreas hipotéticas de terra em que os lotes simulados foram divididos, correspondem aqui a 0,25 ha. Não foram feitas restrições nos tipos de colono das famílias ocupando os 10 lotes simulados, nem sobre os períodos de pousío. A vegetação secundária em diferentes classes de idade foi roçada de acordo com as freqüências observadas. Nessa execução não foi presumida nenhuma mudança nas produções base para culturas pelo melhoramento nas variedades das sementes, embora o programa tenha essa capacidade.

O período da execução foi de 25 anos. Como o comportamento do modelo para os pequenos tamanhos de lotes se estabiliza bem dentro deste período, execuções mais longas não produziriam resultados substancialmente diferentes com o atual conjunto de dados. Execuções mais longas iriam desencorajar o horizonte de tempo curto que caracteriza muitos planejamentos de desenvolvimento pelo mundo, inclusive no Brasil.

Resultados das Execuções Padrão

Os resultados obtidos pelo KPROG2 e rotinas de gráficos associados permitem uma visualização imediata do uso da terra, produções e níveis de nutrientes do solo. A proporção da terra alocada para arroz, milho, arroz consorciado com milho, feijão

Phaseolus, feijão-de-corda Vigna, macaxeira (mandioca doce), mandioca brava, cacau, pimenta-do-reino e vegetação secundária é representada em gráficos. As produções médias da área total também são representadas em gráficos para cada cultura ou combinação. Os níveis médios do pH do solo, íons de alumínio, fósforo, nitrogênio e carbono são indicados em gráficos para roças, ou nuas (com menos de sessenta dias sem ser cultivado) ou em culturas anuais e, separadamente, para as roças em outros usos de terra. Para esses resultados intermediários, ver Fearnside (1978).

As figuras que se seguem apresentam um exemplo das medições de consumo usadas para os cálculos da capacidade de suporte humano.[1] As médias referentes ao total da área para calorias per cápita (Figura 5.5) indicam que o consumo médio de calorias do colono é mais do que suficiente, o que não é surpreendente dada a disponibilidade fácil das fontes de calorias a partir das culturas de raízes. Apesar das altas médias da população como um todo, os lotes individuais podem facilmente cair abaixo do 2.550 calorias/pessoa/dia mínimo especificado nos parâmetros de entrada (Figura 5.6).

(Fig. 5-5)
(Legenda da Figura 5-5)

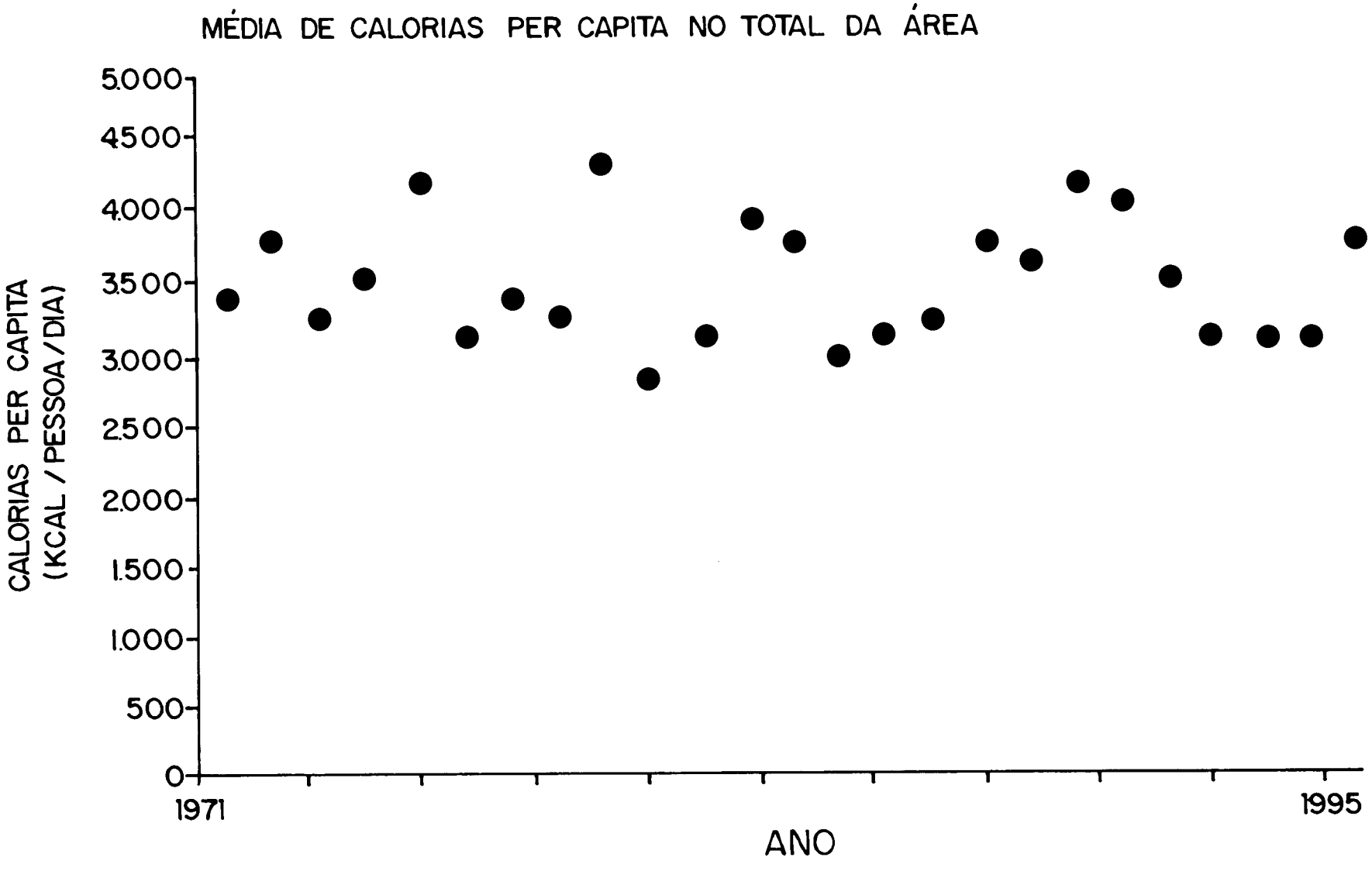
Fig. 5.5. Simulação da média de calorias para a área como um todo em um exemplo de uma execução estocástica do programa KPROG2 com o setor populacional congelado em 24 pessoas/km^2. (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

(Fig. 5-6)

(Legenda da Figura 5-6)

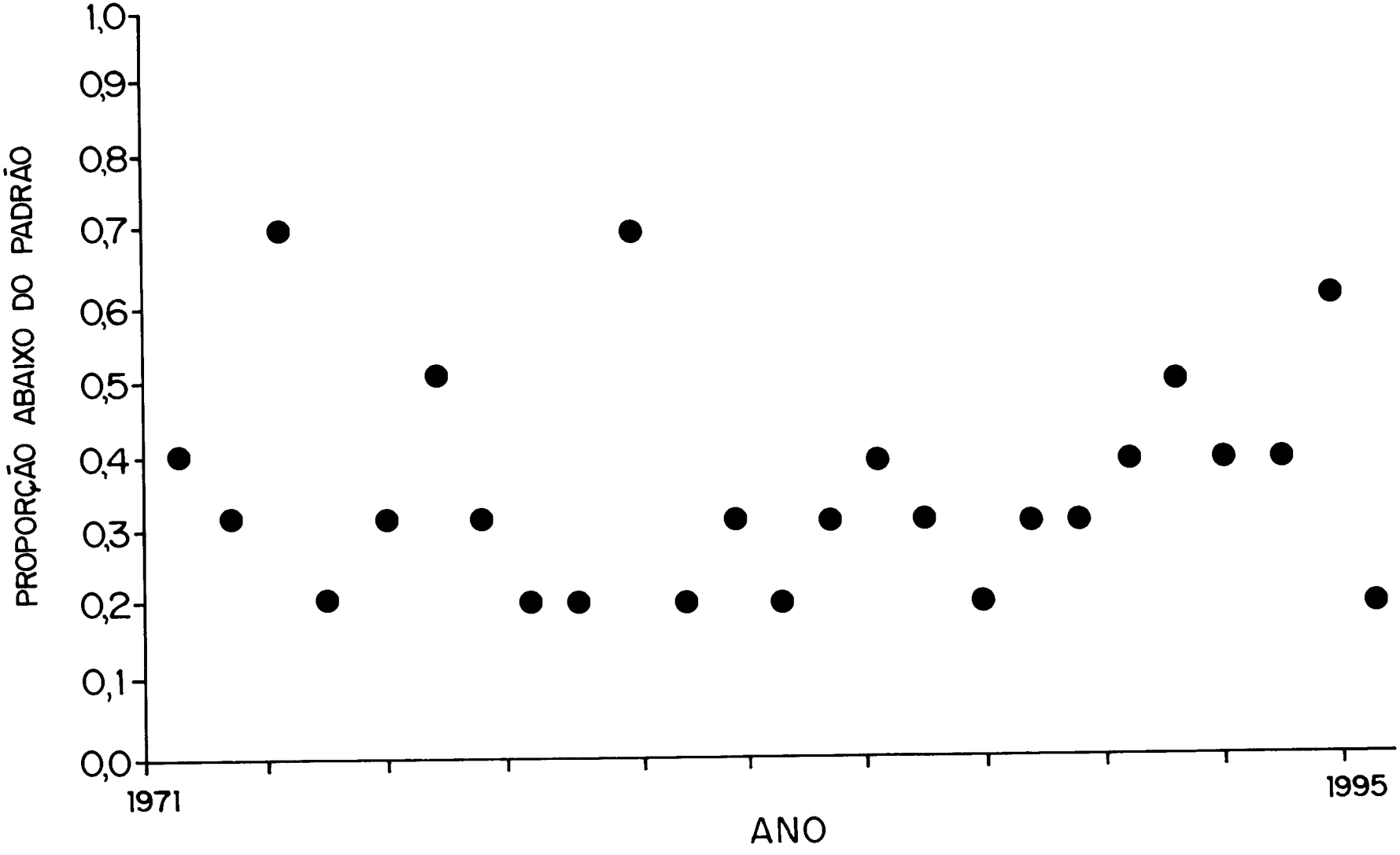
Fig. 5.6. Proporção dos lotes abaixo do padrão de 2.550 calorias per cápita por dia na execução estocástica que serve como exemplo do programa KPROG2 com o setor populacional congelado em 24 pessoas/km^2. (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

As saídas dos programas incluem gráficos de médias referentes ao total da área para proporções dos colonos que fracassam baseado em critérios para proteína total, proteína animal e padrão de vida financeiro por família e per cápita (Fearnside, 1978). Como eles consomem grandes quantidades de


MÉDIA DE CALORIAS PER CAPITA NO TOTAL DA ÁREA
CALORIAS PER CAPITA
(KCAL / PESSOA / DIA)
5.000
4500
4.000
3.500
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
500
0
1971
1995
ANO

CALORIAS PER CAPITA

PROPORÇÃO DE LOTES ABAIXO DO PADRÃO DE 2.500 KCAL / PESSOA / DIA VS ANO



proteína total, os colonos simulados têm baixas taxas de fracasso para esse critério. Os colonos simulados consomem mais proteínas totais do que os colonos reais na rodovia Transamazônica, ainda que o consumo real de proteína total seja alto pelos padrões de muitas áreas em desenvolvimento.

O consumo simulado de proteína animal é mais representativo da situação real na rodovia Transamazônica do que o consumo de proteína total, mas é da mesma forma alto devido às altas prioridades colocadas sobre a proteína animal na alocação do produto.[2] As produções irrealisticamente altas nas culturas simuladas que resultam da sobre-dependência das produções sobre o pH no modelo também contribui para os altos níveis de consumo simulados.

O padrão financeiro de vida per cápita fornece um índice adicional. A renda mínima usada como critério de fracasso foi Cr75$54,40/pessoa/mês, ou um sexto do salário mínimo mensal, ou seja, um salário mínimo por família de seis pessoas.[3]

A inclusão dos padrões de qualidade ambiental é considerada como uma característica particularmente útil desses modelos. Os colonos simulados derrubam rapidamente todos os 25 ha de seus lotes nessa execução (Figura 5.7). Dentro de poucos anos, as derrubadas em todos os lotes simulados excedem os 50% máximos da área de terra decretados pelo governo. Os colonos simulados não são impedidos de derrubar além do 50% legalmente permitido pois essa lei não é executada pelas autoridades locais na rodovia Transamazônica (o limite de 50% não tem nenhuma influência visível sobre o comportamento dos colonos reais quanto às derrubadas).

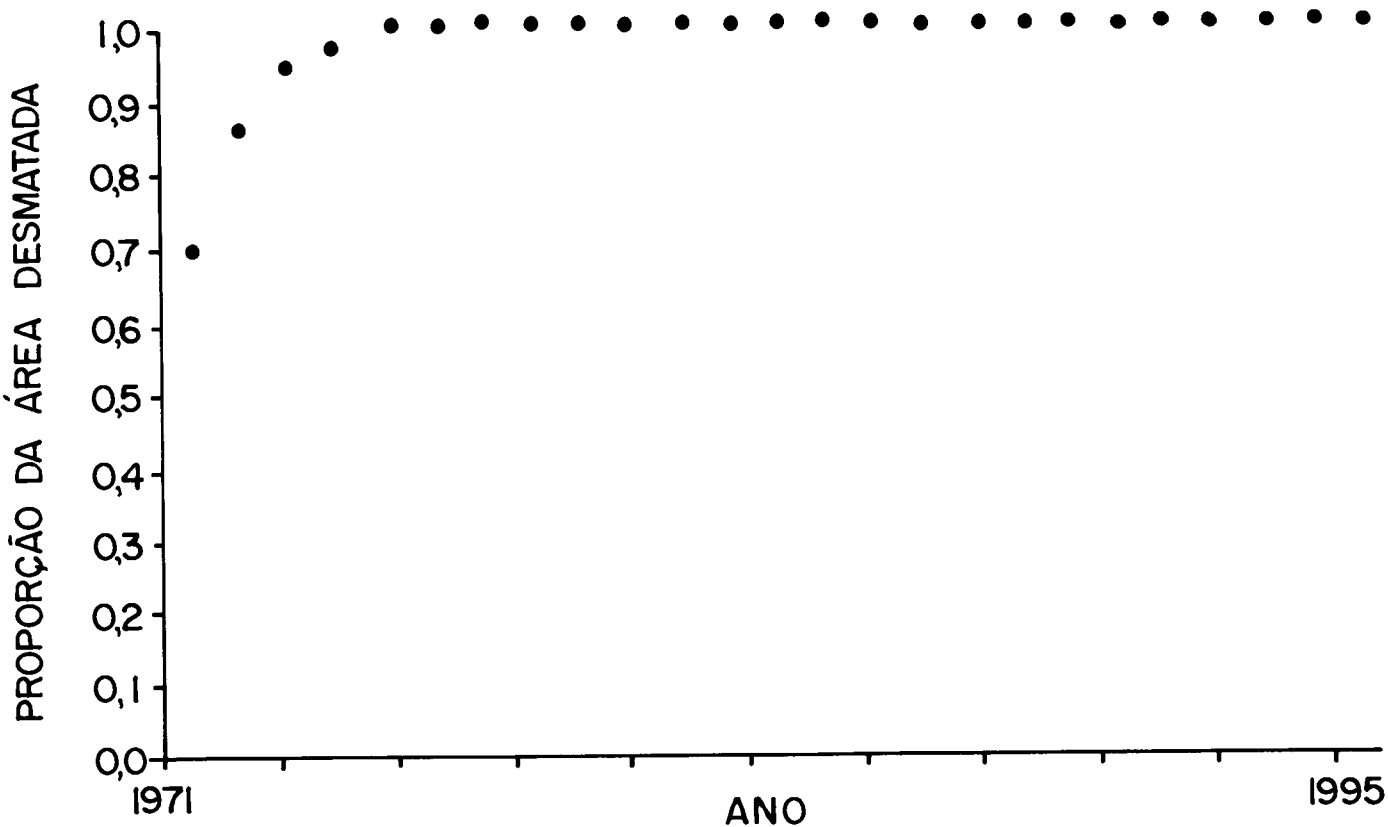
(Fig. 5-7)

(Legenda da Figura 5-7)

Fig. 5.7. Proporção do total da área derrubada em um exemplo de execução estocástica do KPROG2 com o setor populacional congelado em 24 pessoas/km^2

.

A importância da variabilidade nos níveis de produção entre os lotes é demonstrada pelos resultados de várias execuções estocásticas (Figura 5.8). Aqui as proporções dos fracassos dos colonos para anos individuais são representadas em gráficos contra as médias referentes ao total da área para calorias para os mesmos anos. Uma proporção significativa de colonos falhou mesmo quando os valores médios referentes ao total da área foram bem acima dos padrões mínimos, refletindo a desigualdade na


PROPORÇÃO DA ÁREA DESMATADA
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0,0
1971
ANO
1995

distribuição do produto entre os colonos. Foram encontrados padrões semelhantes para proteína total, proteína animal, dinheiro per cápita e salários mínimos por família (Fearnside, 1978).

(Fig. 5-8)

(Legenda da Figura 5-8)

Fig. 5.8. A proporção dos lotes abaixo do padrão para calorias per cápita versus a média de calorias per cápita referente à área como um todo, para anos, em várias execuções de KPROG2, mostrando o efeito da variabilidade entre lotes no consumo e na produção sobre a probabilidade de fracasso. A seta indica o padrão mínimo utilizado. (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

Para a estimativa da capacidade de suporte são necessárias as probabilidades de fracasso a partir de várias execuções, feitas com o setor da população congelado a diferentes densidades. As probabilidades sustentáveis do fracasso do colono foram calculadas como a proporção do número total de anos de colono nos últimos dez anos dessas simulações com 25 anos de duração, nos quais ocorreram fracassos por cada critério. Somente os últimos dez anos da execução são usados para calcular taxas de fracasso que permitem a estabilização do comportamento antes de se calcular as taxas. Essas probabilidades de fracasso são colocadas no gráfico contra a densidade populacional para cinco execuções estocásticas e oito determinísticas para calorias, proteína total, proteína animal e dinheiro per cápita (Figura 5.9). Várias execuções seriam necessárias para cada densidade de população para produzir resultados que reflitam adequadamente o efeito da variação nas produções das culturas e outros fatores. Tais execuções adicionais ainda não foram feitas.

(Fig. 5-9)

(Legenda da Figura 5-9)

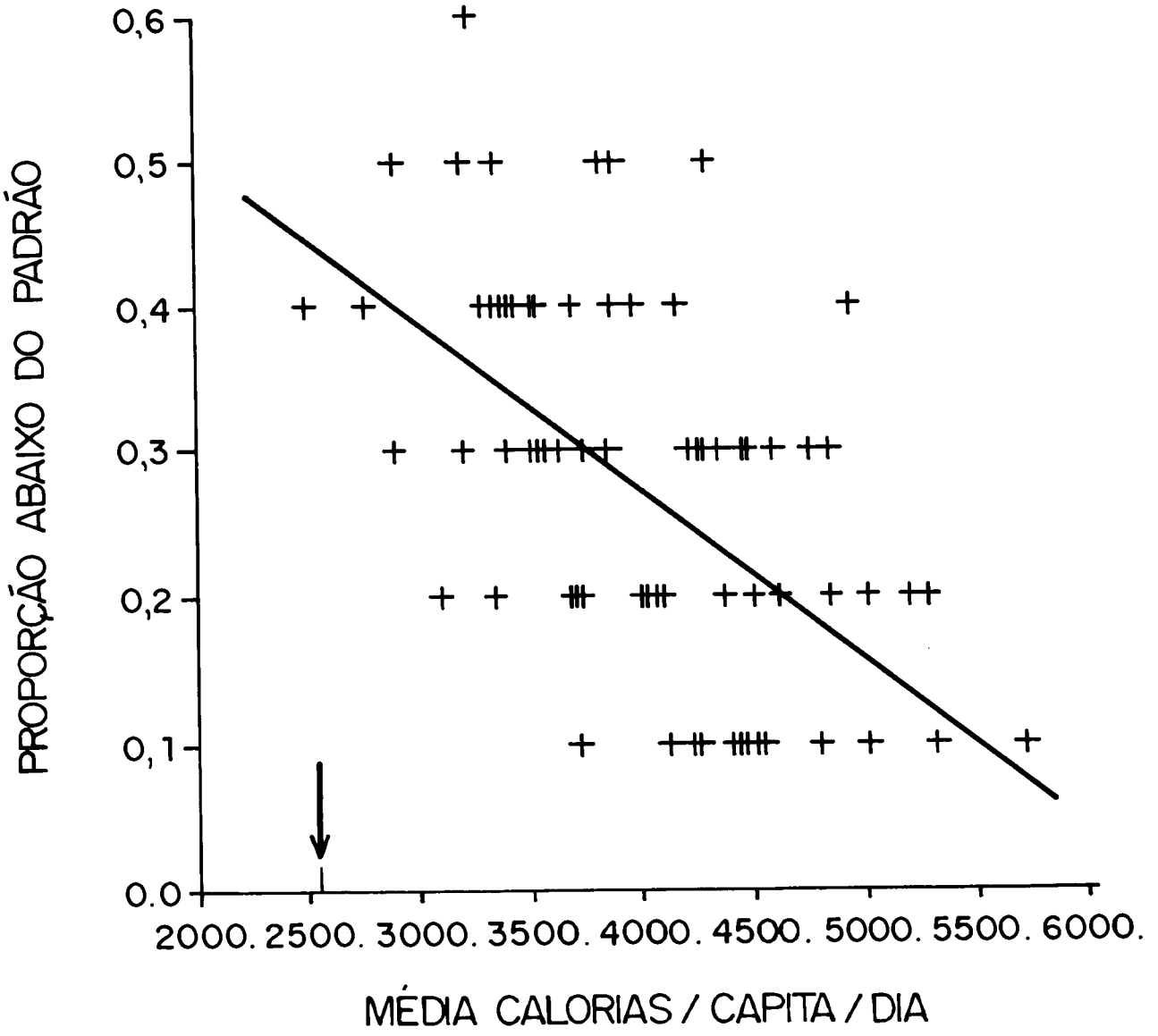

PROPORÇÃO ABAIXO DO PADRÃO
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0.0
2000. 2500. 3000. 3500. 4000. 4500. 5000. 5500. 6000.
MÉDIA CALORIAS / CAPITA / DIA

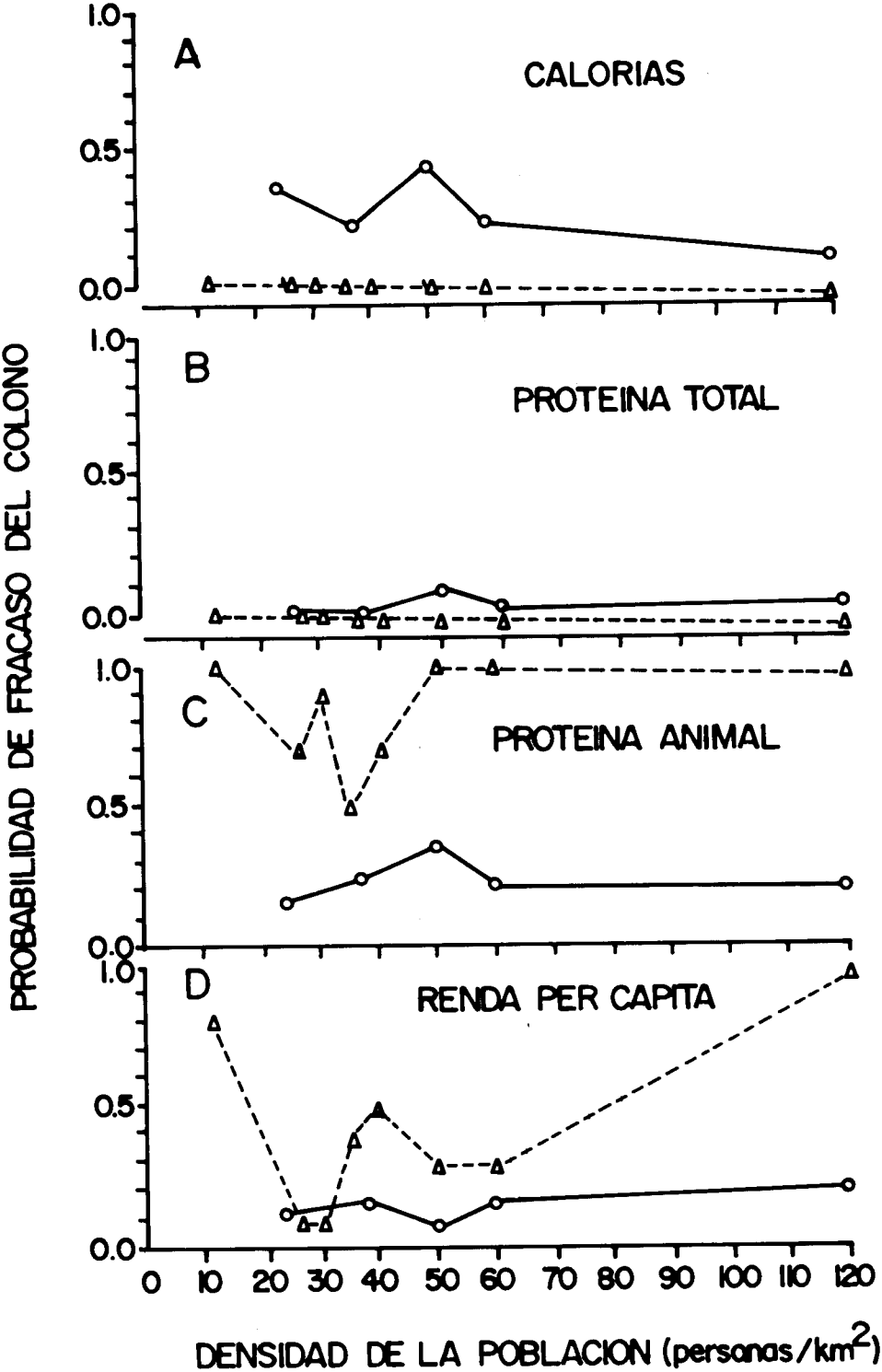
Fig. 5.9. As probabilidades de fracasso do colono em quatro critérios de consumo versus a densidade populacional. Execuções estocásticas são indicadas por bolas e linhas contínuas; execuções determinísticas por triângulos e linhas pontilhadas.
Critérios de fracasso: A.) calorias, B.) proteína total, C.) proteína animal, D.) dinheiro per cápita. (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

As execuções estocásticas para calorias e proteína total resultaram em probabilidades de fracasso do colono mais altas do que as probabilidades zero encontradas para execuções determinísticas sobre todo o âmbito de densidades mostrado. Como esses dois critérios são os dois mais facilmente satisfeitos através da produção do lote, não é de surpreender que as probabilidades de fracasso correspondentes são mais baixas do que as de proteína animal e de dinheiro. As curvas estocásticas são mais altas, pois sucedem alguns fracassos como resultado de se permitir às produções uma variação mais realística. Para proteína animal e dinheiro per cápita, as taxas de fracasso para execuções determinísticas são muito mais altas do que para calorias ou proteína total. A produção de proteína animal no lote proveniente da caça ou de galinhas, que são alimentadas com milho mais o que catam no quintal do colono, normalmente é inadequada e requer suprimentos comprados a dinheiro. Quando as colheitas pobres resultam em quantias restritas de dinheiro, o colono não pode preencher a necessidade de proteína animal comendo das culturas de raízes ou outros substitutos facilmente disponíveis. As densidades de população acima de 40 pessoas/km^2 a taxa de fracasso anual em execuções determinísticas é acima igual a um. Quando a variabilidade nas produções é introduzida nas execuções estocásticas, alguns colonos obtêm boas colheitas em pelo menos alguns dos anos simulados, resultando em uma taxa de fracasso mais baixa.

Desvios dos Resultados Esperados

As curvas na Figura 5.9 não mostram o aumento suave que foi antecipado na probabilidade do fracasso do colono com o aumento da densidade. Para as execuções determinísticas para proteína animal e dinheiro per cápita, o declínio nas probabilidades de fracasso em densidades populacionais médias é atribuível à capacidade dos colonos simulados de derrubar frações desproporcionalmente grandes de seus lotes no primeiro ano. Quando esses pedaços de terra se tornam incultiváveis devido à competição do mato, os colonos fracassarão; mais tarde, quando

FRACASO DEL COLONO POR CRITERIO DE CONSUMO



os trechos se tornam disponíveis novamente para o corte e o plantio, a probabilidade de exceder os padrões de consumo aumenta. Esse padrão é atribuível ao procedimento de alocação do uso da terra usado na simulação; colonos reais podem não ter a visão tão curta a ponto de derrubar uma fração tão grande de sua área total disponível no primeiro ano. Nenhuma evidência do estudo atual indica que os colonos reais planejam seus cronogramas de pousío, embora essa possibilidade não possa ser descartada pois os colonos na área de estudo intensivo não são limitados pelo tamanho pequeno do lote dos colonos simulados. Nas densidades simuladas mais baixas, onde os colonos tem suficiente terra virgem disponível para reduzir o impacto de qualquer sincronização nos cronogramas de pousío, as altas probabilidades de fracasso encontradas são consideradas as mais realísticas.

Pode-se ver, nas execuções estocásticas, algumas variações entre as probabilidades de fracasso a diferentes densidades. Uma parte da variação é, sem dúvida, devido ao fato de que as decisões são baseadas em distribuições de probabilidades observadas em vez de ser por caminhos fixos: se efetuada uma série diferente de execuções estocásticas feitas com as mesmas densidades, obter-se-iam diferentes valores para probabilidades de fracasso. Aumentando o número de anos de colono simulado, reduziríamos a variabilidade nos pontos mostrados na Figura 5.9 que correspondem à proporção de fracassos em dez colonos simulados durante dez anos, ou 100 anos de colono. A moderação no efeito da sincronicidade pode causar algumas probabilidades mais baixas a maiores densidades.

Uma razão para que as probabilidades de fracasso sejam mais baixas, a densidade alta de 120 pessoas/km^2, é a sobre-dependência do KPROG2 sobre o pH como um previsor de produções de cultura, o que leva a um exagero na sustentabilidade das produções das culturas. Nos solos muito ácidos da rodovia Transamazônica onde a qualidade pobre da queimada, que resulta na elevação insuficiente do pH, tem sido um problema freqüente nos primeiros anos da colonização, o pH sem dúvida demonstrou-se ser um excelente previsor das produções de várias culturas. O efeito do pH sobre as produções das culturas está relacionado tanto com as correlações entre os valores do pH com vários nutrientes importantes quanto com a maior disponibilidade de nutrientes a níveis mais altos de pH. Durante os primeiros anos de colonização, o pH do solo obscurece os efeitos de outros fatores químicos, físicos e biológicos, porém este fato não implica necessariamente que, com o passar do tempo, os outros nutrientes não irão aumentar em importância relativa na limitação das produções, independentemente dos níveis do pH. O fato de que intervalos mais curtos entre os períodos de cultivo

em altas densidades de população simulada resultam em queimas mais freqüentes para cada pedaço de terra, e conseqüentemente pH e produções das culturas mais altas, precisa ser olhado como o resultado de dados deficientes para previsores que não sejam o pH. A alteração das sub-rotinas de produção não pode ser justificada devido às limitações do atual conjunto de dados.

A faixa de densidades mostrada nos gradientes simulados também contribui para o desvio de tendências esperadas. Ignorando-se no momento os problemas que levam a produções irrealisticamente altas, poderia se esperar que todas as curvas poderiam se elevar até uma probabilidade de fracasso de um em alguma população extremamente alta. No mundo real, a densidade de população na qual essa probabilidade é alcançada seria provavelmente mais baixa do que esses valores indicam. A questão de maior interesse é: o que acontece com as curvas de probabilidade de fracasso nas densidades mais baixas de população? Para execuções estocásticas, a probabilidade de fracasso parece declinar nos casos de dinheiro per cápita e proteína animal em densidades mais baixas, embora a variabilidade nos resultados torna impossível, a esse ponto, qualquer conclusão firme, sem que haja um grande número de execuções. Uma coisa é clara: mesmo com a dependência do pH e outras características inerentes ao programa, as probabilidades de fracasso mesmo às densidades simuladas mais baixas são bastante altas para a maioria dos critérios. Mesmo uma probabilidade de fracasso de 0,1 ou menos por ano implica em uma alta probabilidade de fracasso ao menos uma vez sobre um espaço de alguns anos. Também, quando se usam critérios múltiplos simultaneamente, a probabilidade de que ao menos um dos padrões não seja alcançado é mais alta do que a probabilidade correspondente para um critério individual. Por exemplo, na execução estocástica a 24 pessoas/km^2, a probabilidade mais alta de fracasso baseada em critério individual é de 0,36 enquanto que a probabilidade de fracasso combinada com os quatro critérios de consumo per cápita é de 0,47.

SUPOSIÇÕES ALTERNATIVAS

Períodos de Pousío

Várias suposições foram alteradas em diferentes execuções para se julgar o impacto sobre os resultados da simulação. Entre esses estava o efeito do período de pousío, que pode ser controlado através de uma alteração nas probabilidades de corte para cada classe etária de terra em pousío. Um período de pousío de seis anos foi introduzido em várias execuções determinísticas a diferentes densidades fazendo-se

probabilidades de corte para todas as classes com menos de seis anos igual a zero e probabilidades de corte para todas a classes de idade com seis anos ou mais igual a um. Em altas densidades de população, o pousío de seis anos resultaria em fracasso durante os anos em que o grande bloco de trechos derrubado para plantio no primeiro ano não estivesse adequado para o plantio. Essas probabilidades de fracasso em altas densidades não refletiriam as probabilidades do mundo real por causa do efeito da sincronicidade do período de pousío sobre as probabilidades de fracasso nas densidades medianas. Em densidades populacionais mais baixas esse efeito provocaria um problema menor. A 12 pessoa/km^2, com o setor de população congelado como antes (correspondendo a um tamanho de lote de 50 ha), a probabilidade de fracasso do colono por proteína animal é de 0,2, em contraste com a probabilidade de 1,0 para a execução com pousío livre. Para dinheiro per cápita, a probabilidade de fracasso é de 0,2 para a execução de pousío com seis anos e de 0,8 para execução com pousío livre. As calorias e a proteína total resultam em probabilidade zero de fracasso tanto no pousío fixado em seis anos quanto em execuções com pousío livre. As probabilidades mais baixas para a proteína animal e dinheiro per cápita na execução com pousío de seis anos podem indicar a sabedoria dos pousíos mais longos, que correspondem mais de perto aos períodos reais de pousío em áreas de cultura itinerante tradicional. A reutilização da vegetação secundária (capoeira) nova ou de ervas daninhas como roças para culturas anuais pode ser um fenômeno de curta duração na área de estudo (Fearnside, 1984e). Com o passar do tempo, os colonos podem modificar seu comportamento agrícola para acompanhar mais de perto os métodos testados pelo tempo dos agricultores tradicionais nativos da região Amazônica. Moran & Fleming-Moran (1974) sugeriram que um processo assim de aculturação pode estar acontecendo entre os colonos que vêem de outras regiões do Brasil. Como no caso dos períodos de pousío fixos mais longos, os efeitos dessas mudanças podem ser testados pela simulação.

Tipos de Colonos

Foi examinado o efeito da alteração da composição da população de colonos. As mudanças na alocação do uso da terra trazidas pela rotatividade na população dos colonos têm implicações importantes para o futuro da ocupação da rodovia Transamazônica e para as conclusões a respeito da capacidade de suporte (Fearnside, 1982b, 1984e). A influência da rotatividade dos colonos pode ser vista a partir da informação sobre o uso da terra de quatro execuções do KPROG2 (Figura 5.10), mostrando diferenças entre os tipos de colonos usados no setor de alocação

do uso da terra (Capítulo 4).

(Fig. 5-10)

(Legenda da Figura 5-10)

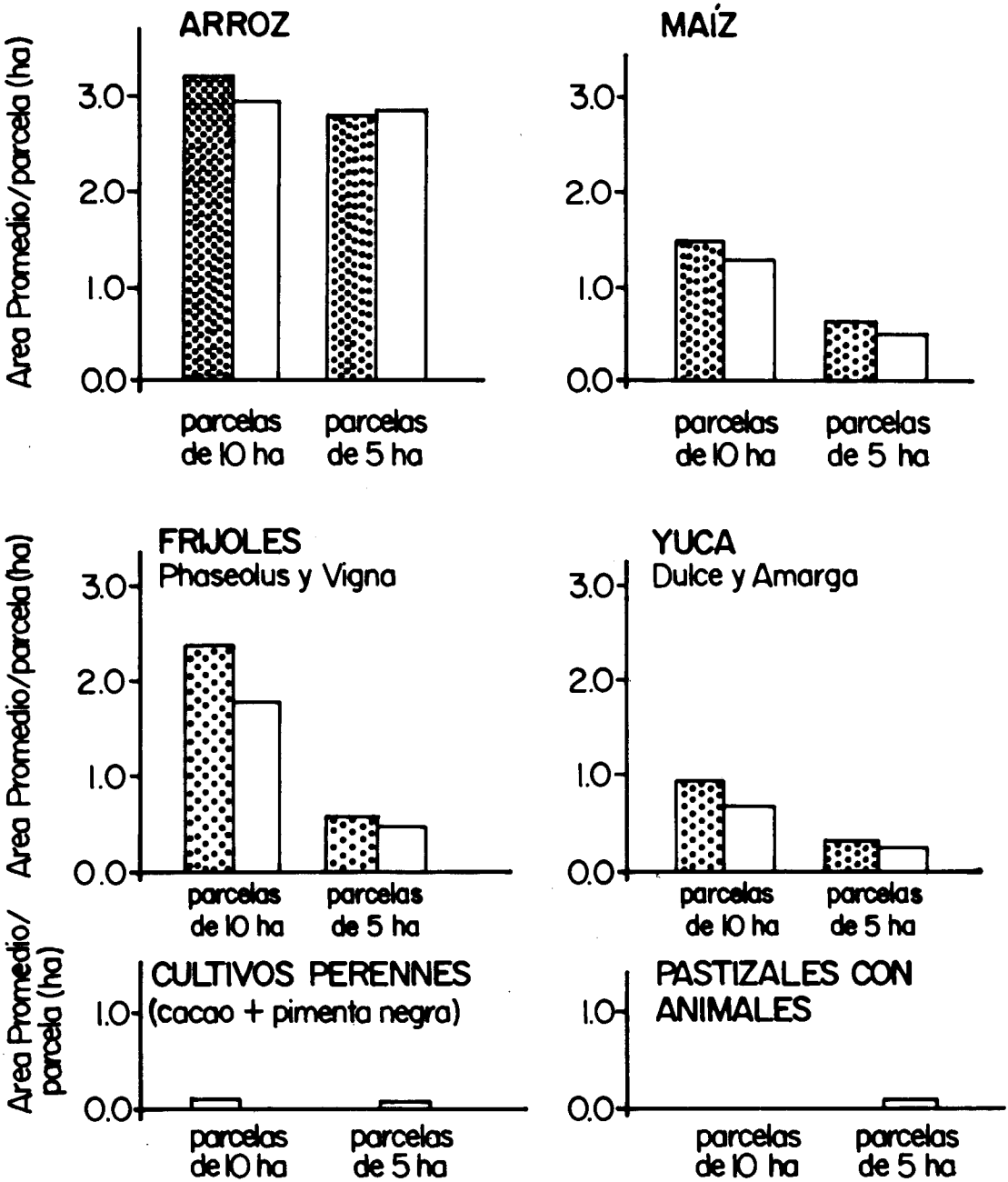
Fig. 5.10. Uso da terra simulado de acordo com o tipo de colono. (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

Para as duas execuções somente com colonos agricultores-trabalhadores, os dez lotes simulados em cada execução são inicialmente ocupados por agricultores-trabalhadores e todos os colonos recém-chegados são também agricultores-trabalhadores. Nas execuções com todos os quatro tipos de colonos, os colonos simulados originais são substituídos por recém-chegados antes do começo do período final de dez anos representado na Figura 5.10. Para os primeiros três anos desse período de tempo somente 30% dos colonos originais permanecem, resultando em um grande aumento nos outros tipos de colonos às custas dos agricultores-trabalhadores.

Nas execuções de simulação nos lotes de tamanhos de 10 ha (Figura 5.10), a população mista planta mais de todos os grupos de culturas de subsistência do que os trabalhadores: 15,2% mais de arroz, 8,9% mais de milho (com a correção para a densidade do plantio na condição de consorciada), 53,4% mais de feijão (Phaseolus e Vigna) e 13,4 % mais de mandioca (amarga e doce). Exceto para o arroz, vale o mesmo padrão com o lote de tamanho de 5 ha: a população mista planta 1,8% menos arroz, 22,6% mais milho, 20,8% mais feijão, e 28,6% mais de mandioca do que a população de trabalhadores.[4]

As pequenas quantidades de terra alocadas para o cacau, pimenta-do-reino e pasto pelos agricultores-trabalhadores e pela população mista são irrealisticamente baixas, especialmente nos casos onde a população é composta principalmente de recém-chegados. O tamanho menor dos lotes simulados poderia ser uma explicação parcial, porém, mais importante são as alocações durante os anos iniciais da ocupação, sobre os quais se baseiam os dados para os parâmetros do programa, que diferem daqueles feitos nos anos subseqüentes.

As probabilidades de fracasso do colono para execuções com tipos mistos e com trabalhadores somente durante os dez últimos anos das simulações sugere chances maiores de fracasso para os trabalhadores pela maioria dos critérios (Figura 5.11). Os valores para as probabilidades combinadas de fracasso do colono, que representam a probabilidade de que qualquer um dos quatro



LEYENDA

Población que incluye los 4 tipos de colonos

Solamente tipo de colono agricultor-trabajador

critérios de consumo não seja alcançado, são mais significativos para a capacidade de suporte do que aqueles para critérios individuais. As probabilidades na Figura 5.11 são bastante altas, sem dúvida em parte devido às densidades extremamente altas das populações simuladas nessas execuções. Embora tenhamos descoberto que as probabilidades de fracasso do colono em todas as densidades simuladas são mais altas do que os padrões dos planejadores do governo, os fracassos são geralmente mais freqüentes às densidades mais altas, como se poderia esperar pelo relacionamento hipotetizado.

(Fig. 5-11)

(Legenda da Figura 5-11)

Fig. 5.11. O tipo de colono e as probabilidades de fracasso. (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

As probabilidades combinadas do fracasso do colono, que parecem aumentar com a densidade da população para execuções estocásticas, com todos os tipos de colonos e com os trabalhadores somente em lotes simulados de 5 e 10 ha (Figura 5.12).[5] As diferenças em probabilidades de fracasso do colono entre as populações mistas e execuções com trabalhadores somente na Figura 5.11 podem em parte estar relacionadas às diferenças na alocação do uso da terra discutidas anteriormente, embora a informação seja muito escassa para qualquer conclusão firme. As diferenças nas probabilidades de fracasso para os colonos de tipos diferentes também poderia ser explicada pelas diferenças de densidades entre essas execuções de simulação (Figura 5.12). Embora os resultados sejam insuficientes para determinar de uma maneira conclusiva se as probabilidades de fracasso são mais altas para os trabalhadores do que para os outros tipos de colonos, as diferenças na alocação do uso da terra nas execuções com populações mistas e somente com trabalhadores sugerem que pode ser esse o caso.

(Fig. 5-12)

(Legenda da Figura 5-12)

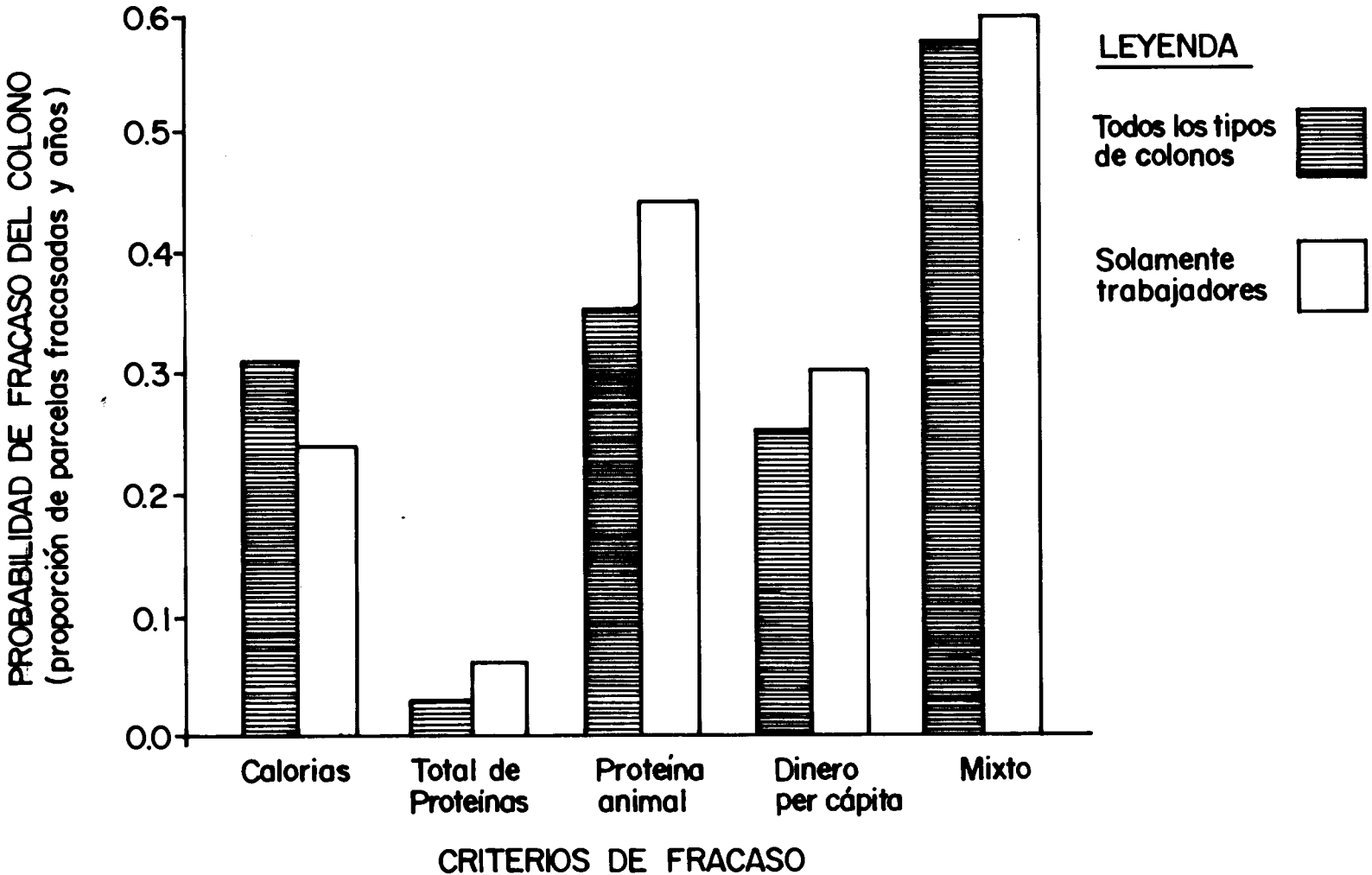

PROBABILIDAD DE FRACASO DEL COLONO
(proporción de parcelas fracasadas y años)
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
Calorias
Total de Proteinas
Proteína animal
Dinero per cápita
Mixto
CRITERIOS DE FRACASO
LEYENDA
Todos los tipos de colonos
Solamente trabajadores

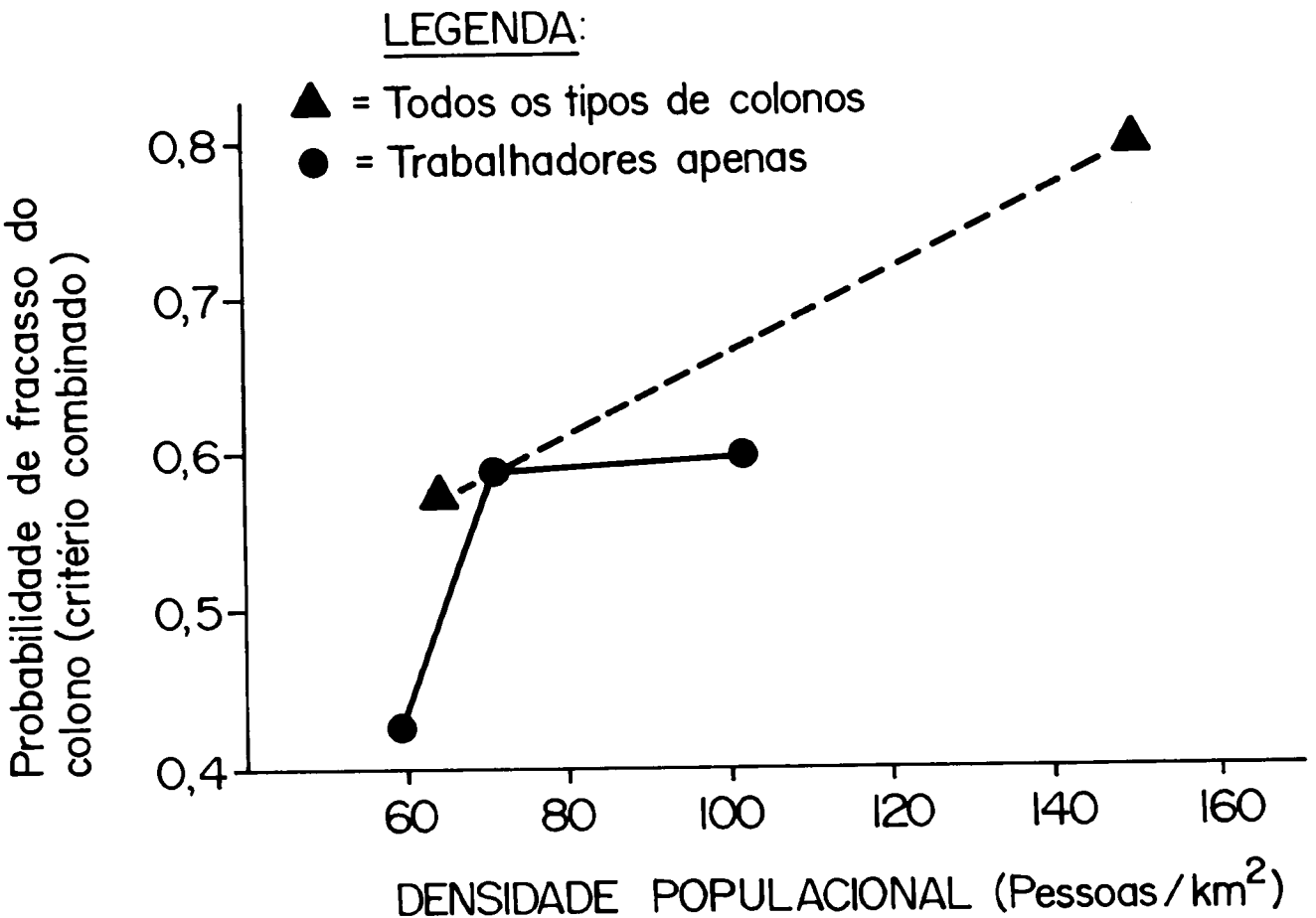
Fig. 5.12. Probabilidades combinadas de fracasso do colono em diferentes densidades populacionais, para populações de colonos com todos os tipos de colonos (triângulos e linha pontilhada) e com trabalhadores apenas (bolas e linha contínua). (Fonte: Fearnside, 1985e, s/d-c).

CONCLUSÕES SOBRE A CAPACIDADE DE SUPORTE

As implicações dessas execuções para capacidade de suporte dependem do valor crítico selecionado pelo planejador para a probabilidade máxima aceitável do fracasso do colono. Um valor deste tipo é indicado por um sistema de classificação do uso da terra usado pelo Projeto RADAMBRASIL do governo brasileiro no mapeamento da bacia Amazônica. O relatório RADAM que cobre a área de estudo na rodovia Transamazônica classifica como "bom" o solo quando se pode esperar que o agricultor não fracasse mais do que uma vez em cinco anos (Brasil, RADAMBRASIL, 1974, Vol.5: III/117). Isso corresponde a uma probabilidade anual de fracasso de 0,13. As probabilidades de fracasso em execuções estocásticas quase sempre excedem esse valore para cada critério individual (ver Figura 5.9). As probabilidades de fracasso baseadas em combinações de mais de um critério são ainda mais altas do que esse valor. Usando um valor crítico de 0,13, a capacidade de suporte indicada seria provavelmente mais abaixo (possivelmente muito abaixo) da densidade mínima de população simulada nas execuções estocásticas atuais de 24 pessoas/km^2. Seriam necessárias outras execuções a essas densidades baixas para confirmar essa conclusão. Como a maioria dos desvios no comportamento da simulação das condições conhecidas na rodovia Transamazônica contribui para abaixar as probabilidades de fracasso, o refinamento das técnicas de estimativa provavelmente resultaria em valores mais baixos para a capacidade de suporte.

É claro que os altos níveis de variabilidade observados em muitas partes do agro-ecossistema são críticos para as probabilidades de fracasso e, portanto, para a capacidade de suporte, como é definida operacionalmente. O papel da variabilidade é mostrado por diferenças evidentes entre os resultados das execuções determinísticas e estocásticas. Os resultados desse estudo sugerem que a variabilidade é um fator chave que não pode ser desprezado ao se procurar estimativas úteis de capacidade de suporte.

O estudo atual confirma a opinião informal de muitos que a capacidade de suporte das regiões tropicais, tais como a área de estudo intensivo, é muito baixa para agricultores suportados basicamente com culturas anuais. Isso não é para sugerir que o desenvolvimento dessas terras por grandes empresas, como na


LEGENDA:
▲ = Todos os tipos de colonos
● = Trabalhadores apenas
Probabilidade de fracasso do colono (critério combinado)
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
60
80
100
120
140
160
DENSIDADE POPULACIONAL (Pessoas/km²)

conversão de áreas extensas em pastos, possa fornecer a produção necessária para suportar uma população humana a uma capacidade de suporte mais alta. Ao contrário, as simulações de pastagem (Fearnside, 1979a, 1980b) levantam sérias dúvidas sobre a hipótese dessa forma de produção resultar em produções sustentáveis.

CAPÍTULO 6: A ESCOLHA DE ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO PARA ÁREAS DE FLORESTAS ÚMIDAS

DEFININDO OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO

A capacidade de suporte está inexoravelmente ligada à formulação de estratégias de desenvolvimento. Os objetivos de desenvolvimento do governo no interesse tanto da geração atual quanto das futuras, podem ser divididos em muitas categorias, que serão discutidas nas seções seguintes.

SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade, a longo prazo, tanto agronômica quanto social, de qualquer sistema a ser promovido é de suprema importância. Sustentabilidade agronômica requer um balanço razoável de nutrientes no sistema, incluindo compensação por perdas através de lixiviação, erosão e a retirada de nutrientes nos produtos colhidos. Outras exigências para produtividade contínua, como controle de compactação do solo e energia de fontes renováveis, também devem ser satisfeitas. As probabilidades de destruição por pragas ou doenças devem ser baixas e deve-se levar em consideração qual o uso da terra que substituiria o atual sistema, caso este fosse vítima de um desses problemas biológicos.

Mesmo que a produção de uma cultura possa ser sustentada do ponto de vista agrícola, ela pode ter vida curta, por causa de razões sociais. A sustentabilidade social requer que o sistema permaneça lucrativo durante o tempo todo. Flutuações nas produções e variações nos preços de mercado para o produto ou para os insumos, podem colocar em jogo a sustentabilidade social, a longo prazo. Também é importante a praticabilidade de fazer cumprir os regulamentos necessários para o funcionamento do sistema. A tradição do Brasil da aplicação seletiva das leis para os "inimigos", e de burlar regulamentos por meio do ubíquo "jeito" (Rosenn, 1971), complicam bastante o planejamento. Além disso, a desigualdade social e outras condições sociais subjacentes, podem afetar a sustentabilidade a longo prazo de um sistema. A sustentabilidade está portanto ligada às forças sociais resultantes da distribuição de recursos e da pressão populacional.

COMPETITIVIDADE ECONÓMICA NÃO SUBSIDIADA

Os sistemas que dependem de subsídios econômicos para

sobreviver freqüentemente acabam custando mais do que seus méritos intrínsecos justificam. As distorções introduzidas por subsídios tais como isenção de impostos e empréstimos a baixos juros têm uma tendência a tornar-se auto-perpetuados mesmo depois que se tornou claro que o sistema é economicamente impraticável. As pastagens na Amazônia brasileira seguiram este padrão (Fearnside, 1979b). Os sistemas precisam se demonstrar rendosos em termos imediatos (descontados) para remover qualquer necessidade de subsídios governamentais ou privados. Isto não implica em que se deva adotar uma política de completo laissez-faire; pelo contrário, existem muitas intervenções econômicas seletivas que promovem metas sociais.

AUTO SUFICIÊNCIA MÁXIMA

É necessário atingir-se um equilíbrio entre a interação com a macroeconomia e a auto-suficiência local. A dependência de importações de suprimentos de energia, insumos agrícolas e alimentos básicos coloca os colonos à mercê dos aumentos de preços e das incertezas do suprimento. Os pequenos agricultores tropicais, que produzem uma cultura comercial para exportação com a intenção de comprar artigos essenciais com os lucros, precisam lutar com as flutuações nos mercados internacionais de mercadorias. A maximização da auto-suficiência não deve ser confundida com isolamento do comércio, que é necessário (dentro de limites) para todos os agro-ecossistemas. São necessárias algumas culturas para venda para suprir verbas para a aquisição de bens que não podem ser produzidos na região; o problema é evitar a perda de auto-suficiência em produtos que podem ser produzidos.

A auto-suficiência deveria incluir tanto auto-suficiência econômica, significando que se produz o suficiente para satisfazer à demanda, quanto auto-suficiência nutricional, significando que se produz o suficiente para satisfazer às necessidades nutritivas de todos, não importando o poder aquisitivo.

REALIZAÇÃO DE METAS SOCIAIS

Para que um agro-ecossistema seja viável, ele precisa garantir padrões de vida mínimos, medidos por vários critérios. Uma condição importante é que contenha a probabilidade de fracasso dentro de limites aceitáveis para cada critério. A quantidade de emprego gerada por diferentes tipos de desenvolvimento deve também ser considerada. Em uma escala

regional, o custo de instalação de um agro-ecossistema pode também ser importante se a opção por um tipo de desenvolvimento dispendioso significar que as metas sociais não serão cumpridas em outras partes da região.

COMPATIBILIDADE COM A MANUTENÇÃO DE ÁREAS PARA OUTROS USOS

Os planos de desenvolvimento devem assegurar que as áreas adequadas estarão disponíveis para reservas ecológicas, indígenas e de outros tipos que requeiram a floresta intacta. Os limites de tais reservas, uma vez criados, devem ser respeitados: os desenvolvimentos em áreas circunjacentes não devem criar pressões que levem à invasão e à retratação de consignações previamente feitas para reservas. Como no caso de sustentabilidade social, a compatabilidade com outros usos está ligada com a distribuição de recursos e com a pressão populacional.

RETENÇÃO DE OPÇÕES DE DESENVOLVIMENTO

Uma consideração básica na seleção de estratégias de desenvolvimento deveria ser a de evitar usos da terra que fechem a porta a outros usos possíveis. Infelizmente, o custo de oportunidade para a destruição de recursos naturais potencialmente renováveis raramente é considerado, quando são tomadas tais decisões. A destruição extensiva da floresta para pastagem de gado é o exemplo mais dramático de uso de terra de visão curta.

EFEITOS MÍNIMOS SOBRE OUTROS RECURSOS

A minimização de efeitos adversos (tais como a poluição da água) sobre outros recursos, deveria ser uma parte de qualquer plano para desenvolvimento. Por exemplo, a reprodução e alimentação dos peixes podem ser afetadas pela destruição de hábitats de várzea e de igapó. Alguns dos peixes comerciais mais importantes na Amazônia dependem da produção das frutas nas florestas periodicamente inundadas (Goulding, 1980). A importância do peixe como uma fonte de proteína para a população humana na região Amazônica significa que qualquer desenvolvimento que traga efeitos deletérios sobre os recursos pesqueiros deveria ser abordado com extrema cautela.

EFEITOS MACRO-ECOLÓGICOS MÍNIMOS

As estratégias de desenvolvimento para áreas de florestas úmidas não devem ser adotadas sem se considerar seriamente os efeitos ecológicos potenciais maiores. A diversidade genética e de espécies, relações ecológicas coevoluídas e estabilidade climática são freqüentemente sacrificadas com muito pouca consideração séria dada à aplicação de medidas efetivas, ainda que algumas vezes dispendiosas, para restringir essas perdas. Os custos de se ignorar esses problemas potenciais poderão ser altos, mesmo que os indivíduos e as empresas que desfrutam dos lucros imediatos do desenvolvimento não paguem o grosso desses custos, que poderão não aparecer por algum tempo. A probabilidade e a magnitude dos efeitos potenciais são mais do que suficientes para justificar um exame cuidadoso dos efeitos macroecológicos antes que uma estratégia de desenvolvimento seja instituída.

CONFLITOS DE OBJETIVOS

Existe um conflito freqüente entre os interesses do indivíduo e da sociedade. Uma formulação clássica desse conflito é a parábola da "tragédia dos comuns" (Lloyd, 1833; Hardin, 1968): os aldeões podiam deixar que seus animais se alimentasse do pasto que era propriedade comum e continuaram a colocar animais mesmo quando um aumento do número destes levaria à degradação do pasto e abaixaria a produção. O fato de que o benefício total de acrescentar cada animal ao pasto advém para o indivíduo, enquanto que o custo da diminuição da produção total é repartido por todos os aldeões, torna vantajoso para todos o aumento de seus rebanhos individuais, até que o pasto seja destruído. A analogia se aplica diretamente a muitas situações de recursos de propriedade comum, tais como a pesca ou decisões de limitação de tamanho da família enfatizadas por Hardin (1968). A essência do argumento, ou seja, o equilíbrio do ganho individual com custos divididos, também se aplica a muitos problemas ambientais, tais como o impacto climático de algumas opções de desenvolvimento nas áreas de florestas úmidas. Mesmo que os custos totais desses impactos fossem muito maiores do que o ganho total desses desenvolvimentos, o investidor individual (ou corporação) ainda continuaria a ganhar mais do que perder.

O conflito entre a procura do lucro individual e os problemas sociais e ambientais da sociedade em geral existe devido à falta básica de conexão entre a sustentabilidade de um sistema e os padrões de investimentos que produzem os mais altos retornos econômicos. As decisões de investimentos são tomadas pela comparação dos investimentos potenciais com os retornos

obtidos por investimentos alternativos em outras partes da economia maior (a última resumida como uma taxa de desconto). Infelizmente, a taxa de retorno que pode ser sustentada pelo manejo de recursos renováveis é limitada por fatores biológicos como a taxa de crescimento das árvores, as quais não têm nenhuma ligação lógica com as taxas de desconto dos banqueiros. Se a taxa de desconto for mais do que o dobro da taxa de regeneração natural, como é freqüentemente o caso, é vantagem para o investidor simplesmente destruir o recurso o mais rápido possível e reinvestir o lucro resultante em outros empreendimentos (Clark, 1973, 1976; Fife, 1971).

O exemplo mais conhecido é o da indústria da pesca da baleia onde, apesar de numerosos estudos demonstrando que a pesca intensiva contínua levaria à destruição das populações de baleia e o fim da industria, as corporações continuam a investir na pesca da baleia com a intenção de simplesmente converter o equipamento em sucata ou jogá-lo fora e reinvestir os lucros mais tarde em outra parte (Clark, 1973). O problema não é falta de conhecimento, mas a estrutura fundamental da tomada de decisões econômicas. Essa lógica triste se aplica às muitas situações que envolvem decisões do uso da terra em áreas de floresta úmida. A questão de, se uma operação de silvicultura ou de pastagem é sustentável pode ser de muito menos importância para o investidor, embora se declare, da boca para fora, que a sustentabilidade seja um objetivo do planejamento do desenvolvimento.

A questão das taxas de desconto apresenta um dilema para o planejamento do desenvolvimento. Altas taxas de desconto levam a uma sobre-exploração de recursos potencialmente renováveis, enquanto que baixas taxas de desconto levam a investimentos em projetos economicamente inviáveis com retornos pobres. Na Amazônia brasileira, onde os programas de generosos incentivos fiscais e de impostos, e de empréstimos com juros subsidiados, levaram à derrubada de vastas áreas para pastagem, apesar da impraticabilidade econômica dessa estratégia de desenvolvimento. O custo de oportunidade de capital é calculado por volta de 11% na maior parte da América Latina pelos economistas do Banco Mundial, e taxas tão altas quanto 15% são sugeridas como apropriadas para a Amazônia brasileira (Skillings & Tcheyan, 1979: 64). As verdadeiras taxas de descontos usadas em cálculos econômicos na Amazônia são indubitavelmente menores do que o custo de oportunidade de capital, especialmente no caso dos projetos subsidiados para pecuária.

Skillings & Tcheyan recomendaram o uso de um sistema de preços paralelos ("shadow prices") no cálculo dos custos dos

projetos propostos (Skillings & Tcheyan, 1979: 65-66). Preços paralelos mais baixos do que os preços do mercado para a mão-de-obra, e preços paralelos maiores do que o valor do mercado para a moeda estrangeira e combustíveis fósseis, resultaria em um favorecimento dos projetos que estivessem de acordo com os objetivos do governo.

As ideologias são irrelevantes para o problema de usos econômicos sustentáveis dos recursos naturais. A "mão invisível" de Adam Smith, a força benevolente que guia o tradicional capitalismo do laissez faire, demonstrou ser incapaz de lidar com os dilemas que surgem da "tragédia dos comuns" e do problema da taxa de desconto. Da mesma maneira, os princípios mais fundamentais do Marxismo são completamente inconsistentes com o uso renovável dos recursos naturais. A teoria de mão-de-obra de valor de Marx, que considera que o valor verdadeiro de qualquer bem é, ou deveria ser, proporcional à quantidade de trabalho humano requerido para sua produção, leva logicamente à conclusão de que um recurso natural, como a floresta úmida Amazônica, não tem nenhum valor e, portanto, pode ser destruída impunemente. Os dilemas ligados ao manejo dos recursos naturais requerem soluções pragmáticas que não podem ser derivadas de nenhuma ideologia. É necessária uma nova abordagem na análise financeira para se tornar lucrativas as formas de desenvolvimento sustentável e não lucrativas as formas não sustentáveis.

O encorajamento de desenvolvimento intensivo em áreas pequenas é uma maneira de aliviar a pressão sobre expansões maiores de floresta. Os preços de terra extremamente baixos na Amazônia são um obstáculo para a adoção de opções de desenvolvimento que requeiram investimentos maiores de mão-de-obra e capital para que a terra produza em uma base sustentável. As áreas já desmatadas deveriam ser os locais para esses desenvolvimentos intensivos, e não as áreas ainda sob floresta nativa. O manejo florestal sustentável de regeneração natural, requer um conjunto diferente de fatores econômicos: baixo custo de terra e de outras demandas de capital (Fearnside, s/d-b). O desenvolvimento na Amazônia precisa se realizar em um mosaico de trechos diferentes de terra, cada um com diferentes restrições de qualidade ambiental e regras econômicas básicas, seguindo as linhas de estratégia de desenvolvimento do ecossistema propostas por E.P. Odum (1969; Margalef, 1968; ver também Eden, 1978; Fearnside, 1979b, 1986h).

PROGRAMAS DE COLONIZAÇÃO E A REALIZAÇÃO DE OBJETIVOS

COLONIZAÇÃO POR PEQUENOS AGRICULTORES VERSUS OUTROS USOS

A colonização por pequenos agricultores é somente um dos muitos padrões de desenvolvimento que competem pela promoção e financiamento do governo. As mudanças nas prioridades do governo na colonização da Amazônia, descritas no Capítulo 1, são testemunhas dos objetivos conflitantes das políticas de desenvolvimento. Os mais importantes são os conflitos entre objetivos sociais e políticas econômicas, por exemplo a produção de produtos agrícolas para exportação para outras regiões ou para outros países (Fearnside, 1984f). A maioria dos motivos sociais para a colonização serão melhores satisfeitos através de ocupação por pequenos colonos, em conjunção com outros programas auxiliares. A maioria dos outros tipos de atividades que estão sendo promovidas, tais como pecuária de gado e plantações de silvicultura, requerem o capital e a organização de grandes corporações. Objetivos apropriados, como sustentabilidade, não têm sido proeminentes no planejamento de decisões em nenhum nível. Se são melhores os grandes agricultores ou os pequenos, em termos desses objetivos, depende inteiramente do tipo de sistema agrícola promovido. Nem as culturas anuais, favorecidas por muitos pequenos agricultores, nem os esquemas maiores de pecuária de gado, têm boas perspectivas de sustentabilidade (Hecht, 1981; Fearnside, 1979a, 1980b). Culturas perenes, com perspectivas um tanto melhores, podem ser cultivadas em operações com uma ampla variação de tamanhos. Outras operações, tais como exploração sustentada da floresta nativa, não colocarão obstáculos intransponíveis para o pequeno agricultor se as cooperativas ou outras instituições grandes providenciarem as estruturas organizacionais e equipamentos.

A escala do desenvolvimento está relacionada às diferenças na alocação do uso da terra entre os tipos de colonos dentro da área de ocupação na rodovia Transamazônica. Alocações menores de terra para várias culturas por agricultores-trabalhadores, quando comparadas com outros tipos de colonos, resulta em menor excedente agrícola e também pode estar ligada às taxas de fracasso mais altas com respeito aos critérios da capacidade de suporte. Essas diferenças entre os tipos de colonos tem implicações importantes para políticas que dirigem a seleção de colonos em perspectiva.

Os objetivos dos programas de colonização deveriam ser cuidadosamente avaliados antes que se possa formular recomendações. Se o objetivo principal de um programa de ocupação é reduzir o número de pobres sem terra, então, logicamente seria dada a preferência aos agricultores-

trabalhadores sobre os outros tipos, independentemente das conseqüências para as probabilidades de fracasso e capacidade de suporte. Se a medida de sucesso para um programa for a produção de um excedente agrícola para exportar, então as áreas maiores alocadas às culturas entre não trabalhadores indicaria que esse seria o tipo preferível. O conflito fundamental entre os objetivos da reforma agrária e produção exportável só pode ser resolvido por um exame detalhado dos objetivos e prováveis conseqüências de cada programa.

Um possível objetivo para os programas de colonização, embora não seja evidente no caso da rodovia Transamazônica, é a criação de comunidades auto-sustentadas, capazes de manter suas populações a um padrão de vida aceitável sem se preocupar com benefícios advindos a outras partes do país. Se fosse só esse o critério para a avaliação, então o tipo de colono agricultor-independente seria a escolha mais viável.

Auto-suficiência raramente está sozinha como um motivo para colonização, freqüentemente levando ao mesmo conflito fundamental que se aplica no caso da rodovia Transamazônica. Se um projeto de colonização deve beneficiar não somente aos indivíduos instalados no projeto mas à região Amazônica como um todo, surge o problema de qual é o tipo de colono mais apropriado. Se um objetivo for "combater efetivamente a escassez de alimento das áreas tropicais" (Moran, 1976: 98), então os ex-proprietários e administradores seriam favorecidos sobre os trabalhadores, como indicam no Capítulo 5 as alocações simuladas de uso da terra. Existe o potencial para conflito com outros objetivos, entretanto. A colonização por pequenos agricultores está atualmente sendo discutida como um remédio para problemas imediatos de: favelados urbanos nas cidades da Amazônia, conflitos rurais entre posseiros e grandes fazendeiros ou especuladores, e a maré recente de imigrantes da região sul do Brasil. A maré de imigrantes é o resultado combinado de um "puxão" de oportunidade na Amazônia e um "empurrão" da concentração da posse da terra para a produção de soja e cana-de-açúcar (encorajada para a fabricação de álcool), as geadas que matam o café nas áreas de cafezais, e o contínuo crescimento populacional. Essas realidades garantem a pressão contínua para o assentamento de trabalhadores junto com outros tipos de colonos.

Embora a manutenção da população a densidades abaixo da capacidade de suporte devesse ser uma pré-condição para qualquer projeto de colonização, as características destinadas a maximizar a capacidade de suporte, tais como a modificação dos procedimentos de seleção, precisam ser pesadas em comparação com

todas as metas do projeto em consideração. Os padrões de alocação de uso da terra estão no centro, tanto do problema da capacidade de suporte quanto da conquista de objetivos sociais através dos projetos de colonização.

REDIRECIONAMENTO DO ESFORÇO DE DESENVOLVIMENTO

Foi proposto o redirecionamento do desenvolvimento em áreas de floresta úmida na Amazônia brasileira para o cerrado do planalto central brasileiro (Goodland, 1980a; Goodland et al., 1978; Goodland & Irwin, 1977). As áreas de cerrado têm o custo de oportunidade mais baixo, quando destruído, de ser mais resiliente e melhor compreendido e de ter respostas melhores a fertilizantes, menos erosão e menos problemas de pragas. As áreas de cerrado são também mais próximas dos mercados e têm melhores transportes e outras infra-estruturas disponíveis. Os recursos utilizados para o desenvolvimento da Amazônia motivado pela intenção de resolver os problemas de outras regiões poderia ser mais bem gasto se aplicado diretamente nessas regiões. Além da Amazônia ser incapaz de resolver os problemas em crescimento exponencial de outras regiões, a aplicação de recursos diretamente nas áreas problemáticas é também mais eficiente a curto prazo.

Em uma escala regional, foi sugerido que os esforços de desenvolvimento dentro da Amazônia sejam concentrados em áreas de vegetação secundária ou pasto degradado (Rankin, 1979), na várzea, que é mais fértil, ou que os esforços sejam concentrados em aumentar a produção em terras já sendo cultivadas em vez de expandir as áreas em produção. Todas essas opções reduzem os motivos para a derrubada da floresta úmida, mantém opções abertas e minimizam tanto os efeitos negativos sobre outros recursos quanto os efeitos macro-ecológicos adversos. A várzea é particularmente atraente por causa da renovação anual da fertilidade do solo pela inundação.

O esforço para produzir colheitas maiores e mais sustentáveis na várzea, vegetação secundária, pasto degradado e terra já sob cultivo, teria que ser combinado com mecanismos para diminuir os fortes motivos atuais para o desmatamento, se é que se quer aliviar a pressão sobre as áreas de floresta úmida. Desde 1980 foi adicionada uma nova motivação: uma mudança na estrutura das leis de imposto territorial rural para taxar terras "não desenvolvidas" (i.e., não desmatadas) com impostos mais altos do que para terras "desenvolvidas", se uma parte maior do que uma dada porcentagem da propriedade for "não desenvolvida" e para aumentar o imposto em anos sucessivos,

enquanto a terra permanecer sem "utilização" (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1980).

A concentração do desenvolvimento nas partes da Amazônia que atualmente não estão sob floresta úmida é consistente com uma "estratégia dualista" para o desenvolvimento da Amazônia (Rankin, 1979). Sob uma estratégia assim, os planos a curto e longo prazo seriam separados, com desenvolvimentos atuais restritos a áreas não desmatadas, assim dando tempo aos pesquisadores para desenvolverem maneiras sustentáveis e relativamente não destrutivas de se fazer um uso econômico das áreas de floresta úmida. Pode-se esperar que o potencial de uma floresta úmida aumente enormemente pelo adiamento do uso dessas áreas. Dois itens são essenciais em qualquer plano a longo prazo para a utilização das áreas de floresta úmida na Amazônia: 1.) demarcação e defesa de reservas permanentes adequadas aos diferentes ecossistemas na área; e 2.) solução para os problemas subjacentes que levam à contínua destruição da floresta úmida. A estimativa da capacidade de suporte é uma parte da solução.

CAPACIDADE DE SUPORTE E A POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO

As estimativas de capacidade de suporte humano deveriam ser o centro da formulação das políticas de desenvolvimento de todos os tipos em áreas de florestas úmidas tropicais. Janzen (1972a,b) relata alguns dos muitos exemplos de destruição de ecossistemas nos trópicos, ligada à ultrapassagem da capacidade de suporte, a qual pode levar a uma diminuição da capacidade de suporte através da destruição do "capital natural": "... um tal cenário sombrio não deveria obscurecer o fato óbvio de que existem meios de determinar a capacidade de suporte humano de um habitat sem uma tal destruição nacional ou global. A primeira prioridade para a alocação de verbas deveria ser colocada nesses métodos" (Janzen, 1972b: 86).

A capacidade de suporte tem um grande valor como um conceito ao redor do qual organizar o desenvolvimento. A própria natureza da capacidade de suporte requer um planejamento de longo alcance, um aspecto notavelmente em falta na maioria dos planos de desenvolvimento propostos para áreas de floresta úmida. Requer também que se considere muitos fatores diversos tal como densidade de população, níveis de afluência e distribuição de renda, que são freqüentemente tratados como não relacionados. As escalas para as quais se aplicam objetivos diferentes tornam-se explícitas, sejam populações rurais agrícolas, agricultores mais centros urbanos dentro da região ou unidades ainda maiores. Além da sua orientação de análise de

sistemas, a modelagem da capacidade de suporte focaliza a atenção na realidade dos limites, desfazendo a ilusão de que existe uma infinidade de recursos e potencial agrícola. O potencial para produzir afluência e absorver um maior excedente de pessoas resultante do crescimento populacional e a contínua concentração de recursos em outras regiões é finito. O crescimento exponencial dentro de qualquer região ou área é incompatível com limites tais como a capacidade de suporte, mesmo as migrações maciças para regiões, tal como a Amazônia brasileira.

Os padrões de posse da terra são inseparáveis da capacidade de suporte. As taxas de fracasso para a fração da população com menos recursos serão provavelmente inaceitavelmente altas em termos de medidas relacionadas ao consumo da capacidade de suporte. Com respeito aos critérios de qualidade ambiental, a manutenção de trechos de terra sob floresta intocada requer que a situação da posse da terra seja definida e que as desigualdades sejam reduzidas. Na Amazônia brasileira os direitos sobre a terra são estabelecidos pela ocupação e desmatamento de um pedaço de terra. A subseqüente legalização dos direitos desses posseiros depois que a área está ocupada fornece uma grande motivação para o desmatamento de extensas áreas, sejam os "posseiros" caboclos pobres ou grandes empresas. Leis que se destinem a manter a integridade de reservas e restringir o desmatamento estão condenadas enquanto prevalecer esse sistema (Fearnside, 1979b). A desigualdade na distribuição da posse da terra que favoreceu essa situação precisa ser aliviada simultaneamente com o fim à prática de legitimar as demandas de posseiros, para que se institua um manejo adequado da floresta.

Uma preocupação com a capacidade de suporte requer uma política de desenvolvimento que considere todos os aspectos da população: distribuição geográfica, estrutura etária, taxa de crescimento e tamanho absoluto. Apesar do tamanho da sua área e de seus recursos, a Amazônia brasileira não pode sustentar o crescimento populacional exponencial como qualquer outra parte do mundo. Brown (1974: 145) calcula que o Brasil teria que dobrar sua produção de alimentos de 1974 em 1992 para acompanhar o ritmo do crescimento interno projetado da demanda por sua população, a qual estava duplicando cada 24 anos em 1970 e cada 30 anos em 1980. Entre 1948 e 1962, 84% do aumento da produção agrícola no Brasil resultou do cultivo de terras novas, somente 16% de um aumento das produções por hectare (Estados Unidos, Department of Agriculture, 1965: 19, citado por Nelson, 1973: 21). Dada a natureza finita do país, esse padrão não pode

continuar para sempre. As partes da Amazônia a sentir a realidade desses limites em primeiro lugar serão focos de imigração como Rondônia.

Outros países já compreenderam a necessidade de uma política populacional como parte do planejamento do desenvolvimento. No Egito, a decisão de reduzir o crescimento da população foi tomada como decorrência descoberta de que o aumento da produção de alimentos, possibilitada pela irrigação da represa de Aswan, seria inteiramente absorvida pelo aumento da população no vale do rio Nilo durante o período em que a represa estivesse em construção (Brown, 1974: 143). No México, houve uma revirada semelhante na política nacional de desenvolvimento e população em 1972, quando se descobriu que os grandes avanços na produção de alimentos entre 1955 e 1970 estavam completamente cancelados pelo crescimento da população (Brown, 1974: 174).

O Brasil, no entanto, ainda está vivenciando uma discrepância entre os objetivos e os resultados. O objetivo mais divulgado para a construção da rodovia Transamazônica foi o de aliviar a sobre-população no nordeste do Brasil, que tinha uma população de aproximadamente 25 milhões, crescendo a uma taxa anual de cerca de 3%. Isso traduz-se por um crescimento de 750.000 pessoas por ano, ou uma média de cerca de 2.055 pessoas por dia. Todos os três projetos de colonização da rodovia Transamazônica acomodaram um total de apenas cerca de 5.000 famílias, que equivale a 30.000 pessoas a uma média de tamanho de família de seis pessoas, ou 14,6 dias de crescimento populacional para o nordeste. Somente 30% dos colonos acomodados na área de Altamira vieram do nordeste (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, Coordenaria Regional do Norte CR-01, 1974). Presumindo-se que as outras duas áreas tivessem a mesma proporção de nordestinos que Altamira, um total de cerca de 1.500 famílias de nordestinos (cerca de 9.000 pessoas) foram acomodadas, ou 4,4 dias de crescimento populacional. Mesmo que a porcentagem fosse maior para as outras duas áreas, permanece o fato de que o programa de colonização pouco fez para aliviar as pressões populacionais do nordeste. O crescimento da população e a concentração da posse da terra nas áreas rurais no nordeste do Brasil continuam, muitos anos depois da seca de 1970. Ainda mais, a falta de planejamento para evitar que o crescimento da população de colonos ultrapasse a capacidade de suporte das áreas de floresta úmida levou à degradação ambiental e ao sofrimento humano nos projetos de desenvolvimento em muitas partes dos trópicos (Dasmann, l972: 788-789).

Os planejadores, bem como os colonos, procuram nas vastas

expansões de floresta úmida ainda intocadas a "panacéia" para qualquer problema potencial futuro: a "solução para 2001", como foi consagrada a rodovia Transamazônica uma vez (Tamer, l970). O crescimento exponencial pode rapidamente transformar essa lógica em uma piada, mostrando a urgência de se determinar o número de pessoas que podem ser suportadas de forma sustentável, a um dado padrão de vida e distribuição de renda sem que haja efeitos ambientais destrutivos. Tal conhecimento é de importância muito mais fundamental do que a projeção das mudanças de uso da terra e populacionais ou de encontrar meios de aumentar a produção agrícola. É preciso avaliar quais os fatores que afetam a capacidade de suporte para seres humanos e como se obter informação útil sobre esses fatores. Chegou o momento de se tomar medidas práticas para evitar o sofrimento humano que advém da ultrapassagem da capacidade de suporte.

APÊNDICE

RESUMO DOS PARÂMETROS E EQUAÇÕES DO MODELO KPROG2

Condições Físicas 278
Qualidade Inicial do Solo..... 278
Fatores Meteorológicos..... 280
Alocação do Uso da Terra..... 287
Financiamento..... 287
Preparo da Terra..... 299
Área de Subsistência..... 302
Aprendizado do Colono e Comportamento na Alocação 302
Margem de Segurança da Área de Subsistência 303
Modelando Alocações de Culturas..... 305
Decisões de Consorciação..... 305
Restrições da Mão-de-Obra e do Capital..... 308
Escolhas da Cultura Comercial..... 327
Modelando Mudanças no Solo..... 328
Qualidades de Queimada..... 328
Mudanças no Solo pela Queimada..... 332
Queimadas de Floresta Virgem..... 333
Queimadas de Vegetação Secundária..... 336
Queimadas de Mato..... 338
Mudanças no Solo sem a Queimada..... 339
Mudanças no Solo sob Pastagem..... 342
Fertilizantes e Calcário..... 344
Erosão do Solo..... 351
Produções das Culturas..... 353
Milho..... 353
Feijão Phaseolus 356
Feijão-de-Corda Vigna 360
Mandioca Brava..... 361
Macaxeira (Mandioca Doce)..... 363
Pastagem e Gado..... 364
Pimenta-do-Reino..... 368
Alocação do Produto..... 371
Renda Não Agrícola..... 371
Deterioração de Produtos..... 377
Transporte para Mercados..... 377
Compra e Venda de Produtos..... 377
Necessidades de Subsistência para Produtos Agrícolas.. 380
Necessidade de Dinheiro para Subsistência 383
Pagamento de Dívidas..... 386
Necessidades de Sementes..... 387
Investimento..... 387
Processos Populacionais..... 391
População Inicial..... 391

Classificação como Caçador..... 391
Mão-de-Obra Familiar e Saúde..... 398
Fertilidade e Mortalidade..... 398
Casamento dos Colonos..... 403
Imigração e Emigração..... 403

RESUMO DE PARÂMETROS E EQUAÇÕES DO MODELO KPROG2

Parâmetros do Modelo

Os parâmetros e equações do modelo KPROG2 não incluídos no texto estão resumidos neste Apêndice.

Condições Físicas

QUALIDADE INICIAL DO SOLO

(Tabela A.1)

TABELA A.1. pH NA GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa de pH	Freqüência (%)	pH médio	DP	N[a]
1	< 4,0	33,0	3,7	0,1	389
2	4,0-4,4	30,2	4,1	0,1	356
3	4,5-4,9	15,3	4,7	0,1	180
4	5,0-5,4	12,5	5,2	0,1	148
5	5,5-5,9	5,3	5,6	0,1	63
6	6,0-6,4	3,6	6,3	0,1	43
7	≥6,5	0,1	7,1	(0)	1

[a]De um mapa de 1.180 quadras baseado em 187 amostras em floresta virgem (Fearnside, 1978: 407; 1984b).

O conteúdo de alumínio é calculado baseando-se nos valores de pH e de conteúdo de argila, já designados por:

$$Y = 11,43 - 7,68 \ln A - 6,27 \times 10^{-2} B \quad \text{Equação A.1}$$

onde:

Y = alumínio (Al^{+++} em meq/100g)
A = pH
B = argila total (%)

($p<0,0001$, r=0,73, EP=1,56, N=118 amostras sob floresta virgem).

O nitrogênio é então calculado dos valores do carbono e pH para o pedaço de terra de:

$$Y = 0,132 A + 2,20 \times 10^{-2} B - 0,120 \quad \text{Equação A.2}$$

onde:

Y = nitrogênio (% peso seco)

A = carbono (% peso seco)
B = pH

($p<0,001$, r=0,86, EP=0,030, N=53 amostras em floresta virgem).

(Tabela A.2)

TABELA A.2. PROBABILIDADES DE TRANSIÇÃO PARA O pH DO SOLO VIRGEM

Classe de pH Inicial	Classe de pH Final ≤3,9	4,0-4,4	4,5-4,9	5,0-5,4	5,5-5,9	6,0-6,4	≥65	Número de Observações
Deslocamento de 100 metros[a]								
≤3,9	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	3
4,0-4,4	0,09	0,73	0,09	0,00	0,00	0,00	0,09	11
4,5-4,9	0,00	0,17	0,33	0,00	0,50	0,00	0,00	6
5,0-5,4	0,09	0,00	0,00	0,36	0,36	0,18	0,00	11
5,5-5,9	0,11	0,00	0,33	0,44	0,00	0,11	0,00	9
6,0-6,4	0,00	0,00	0,00	0,40	0,20	0,40	0,00	5
≥6,5	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Deslocamento de 500 metros[b]								
≤ 3,9	0,40	0,43	0,09	0,06	0,00	0,00	0,03	35
4,0-4,4	0,25	0,43	0,15	0,08	0,08	0,02	0,00	61
4,5-4,9	0,12	0,36	0,24	0,08	0,12	0,08	0,00	25
5,0-5,4	0,12	0,29	0,12	0,24	0,24	0,00	0,00	17
5,5-5,9	0,00	0,25	0,15	0,20	0,30	0,10	0,00	20
6,0-6,4	0,00	0,20	0,40	0,00	0,40	0,00	0,00	5
≥6,5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]calculado de amostras que estão a 100 metros de cada amostra de referência ± 100 metros. Usado na simulação para deslocamentos entre trechos dentro de um lote.

[b]calculado de amostras que estão a 500 metros de cada amostra de referência ± 500 metros. Usado na simulação para deslocamentos entre lotes.

(Tabela A.3)

TABELA A.3. ARGILA PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (% peso seco)	Freqüência (%)	Argila Média (% peso seco)	DP	N[a]
1	0-14	21,6	9,71	2,83	225
2	15-29	25,3	21,70	4,05	299
3	30-44	23,6	37,95	4,48	278
4	45-59	21,2	50,00	4,00	250
5	60-74	7,5	69,72	3,57	88
6	75-89	0,8	78,80	1,03	10

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 427; 1984b) baseado em 200 amostras.

(Tabela A.4)

TABELA A.4. DECLIVE PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (declive em %)	Freqüência (%)	Declive média(%)	DP	N[a]
1	0-4	32,0	2,0	1,4	378
2	5-9	18,7	6,3	13,8	221
3	10-19	29,3	13,8	2,5	346
4	20-29	13,5	22,8	2,2	159
5	30-39	5,8	37,8	2,9	68
6	40-69	0,6	57,9	3,3	7
7	70-90	0,1	89,0	(0)	1

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 437; 1984b) baseado em 225 medições.

(Tabela A.5)

TABELA A.5. CARBONO PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (% peso seco)	Freqüência (%)	Carbono Médio (% peso seco)	DP	N[a]
1	<0,50	1,9	0,39	0,08	22
2	0,50-0,86	31,0	0,70	0,11	366
3	0,87-0,99	5,1	0,94	0,03	107
4	1,00-1,49	40,8	1,18	0,13	482
5	1,50-1,99	17,2	1,70	0,14	203

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 423; 1984b) baseado em 75 amostras.

(Tabela A.6)

TABELA A.6. FÓSFORO PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa	Frequência (%)	Fósforo Médio (ppm)	DP	N[a] (ppm)
1	0-1	83,8	1,0	0	989
2	2	8,3	2,0	0	98
3	3-4	5,7	3,0	0,1	67
4	5-6	2,1	5,2	0,4	25
5	7-9	0,1	7,0	0	1

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 409; 1984b) baseado em 187 amostras.

FATORES METEOROLÓGICOS

Chuva, evaporação e insolação precisam ser simulados para o uso no cálculo da erosão e qualidade da queima. A chuva mensal é gerada para a estação do plantio (janeiro até maio) pela geração de um total para a estação de 1.396,2 mm e um desvio padrão de 300,9 (N=21) e então multiplicando esse total pela proporção do total esperado da estação para cada mês.

Os valores da chuva são atribuídos separadamente para os meses de junho, julho e agosto, usando-se os desvios padrão e médio para a chuva nesses meses (Tabela A.7). O período de queimadas (setembro até dezembro) é tratado da mesma maneira que o período de plantio, usando as proporções do total das estações (Tabela A.7) e o valor para o total da chuva no período gerado da média de 281,7 mm e desvio padrão de 148,1 mm (N=12).

(Tabela A.7)

TABELA A.7. CHUVAS MENSAIS EXPRESSOS COMO PROPORÇÕES DOS TOTAIS DO PERÍODO

Mês	Média	Desvio Padrão	N
Proporções dos totais dos períodos de chuva (jan.-maio)			
Jan.	0,1778	0,0588	21
Fev.	0,2141	0,0880	21
Mar	0,2631	0,0502	21
Abr.	0,2136	0,0505	21
Maio	0,1312	0,0522	21
Chuvas em mm para meses não incluídos nos períodos			
Jun.	77,58	48,18	30
Jul.	58,82	50,74	28
Ago.	28,07	22,39	27
Proporções dos totais dos períodos da queima (set.-dez.)			
Set.	0,1862	0,1099	12
Out.	0,1995	0,1075	12
Nov.	0,1850	0,1377	12
Dez.	0,4293	0,1026	12

FONTE: Fearnside, 1984c.

Os valores para evaporação mensal são calculados a partir de:

$$Y = 102,0 - 0,150\ A \qquad \text{Equação A.3}$$

onde:

Y = evaporação mensal (mm)
A = chuva mensal (mm)

($p<0,0001$, $r=0,57$, EP=32,06, N=45 meses).

A variabilidade é introduzida usando-se um erro padrão (EP) na estimativa para a regressão.

A insolação mensal é então calculada usando-se uma regressão semelhante em chuva mensal.

$$Y = 156,68 - 0,180\ A \qquad \text{Equação A.4}$$

onde:

Y = insolação mensal (horas)
A = chuva mensal (mm)

($p=0,0002$, $r=0,52$, EP=44,05, N=45 meses).

Os parâmetros meteorológicos diários podem ser gerados a partir das distribuições com relação aos totais mensais (Tabela A-8).

(Tabela A-8)

TABELA A.8. VARIABILIDADE METEOROLÓGICA DIÁRIA EXPRESSA COMO PROPORÇÕES DOS TOTAIS MENSAIS[a]

	Precipitação		Evaporação		Insolação	
Mês	DP	N	DP	N	DP	N
Jan.	0,0485	142	0,0219	123	0,0243	122
Fev.	0,0490	113	0,0178	113	0,0307	85
Mar.	0,0412	159	0,0123	153	0,0261	123
Abr.	0,0479	150	0,0270	150	0,0289	120
Maio	0,0696	155	0,0258	155	0,0667	124
Jun.	0,0648	150	0,0302	150	0,0312	120
Jul.	0,0843	155	0,0302	154	0,0162	124
Ago.	0,1096	147	0,0267	146	0,0108	124
Set.	0,0969	120	0,0289	120	0,0136	120
Out.	0,1013	119	0,0250	119	0,0231	69
Nov.	0,1346	120	0,0150	120	0,0263	120
Dez.	0,0677	124	0,0302	124	0,0336	124

NOTA: As médias usadas são totais mensais divididos pelo número de dias no mês.

Alocação do Uso da Terra

FINANCIAMENTO

Estão incluídos no programa 12 tipos de financiamento: 1) compra da terra e empréstimos para a compra da casa; 2) derrubada da floresta virgem, incluindo a limpeza do sub-bosque, (broca), e o empilhamento do material não queimado, (coivara), com empréstimo com prazo de oito anos do plano original (que estava em vigor de 1971 até 1974); 3) empréstimo para derrubada de floresta virgem com juros mais altos e prazos de um ano, que entraram em vigor no ano agrícola de 1974-1975; 4) dívida no INCRA para salários e itens não duráveis comprados a crédito nos primeiros meses do programa de colonização; 5) outras dívidas para itens duráveis (tais como moto-serras); 6) sementes obtidos do INCRA; 7) custeio do arroz (semear, plantar e colher); 8) custeio do milho; 9) custeio de feijão Phaseolus; 10) culturas perenes (pimenta-do-reino ou cacau); 11) gado e pastagem com animais (inclusive cerca); e 12) empréstimos privados, incluindo itens comprados fiado em mercearias pertencentes a colonos nas agrovilas. As freqüências, montantes e termos dos 12 tipos de empréstimo são mostrados na Tabela A.9.

(Tabela A.9)

TABELA A.9. FINANCIAMENTO: FREQÜÊNCIAS, QUANTIAS E TERMOS

TIPO DO EMPRESTIMO	PROBABILIDADE DE FINANCIAMENTO[a]	HECTARES FINANCIADOS N	HECTARES FINANCIADOS MEDIA	HECTARES FINANCIADOS DP	HECTARES FINANCIADOS N	QUANTIA POR HA MEDIA[b]	QUANTIA POR HA N	ANO INICIAL	ANO FINAL	PERIODO DE CARENCIA (anos)	PRAZO DO EMPRESTIMO (anos)	JUROS (%/ano) SEM MULTA[c]	JUROS (%/ano) COM MULTA[c]
1. TERRA E CASA	1,0[e] ou 0,0[f]	Nota g	1(h)	0	Nota g	46.273	Nota j	1	999[k]	3	20	6,0	6,0
2. DERRUBADA VIRGEM tipo 1	0,79	67	6	0	Nota g	1.037	Nota l	1	3	3	8	7,0	12,0
3. DERRUBADA VIRGEM tipo 2	0,74	21	6	0	Nota g	450	Nota m	4	999[k]	0	1	10,0	13,0
4. DIVIDA NO INCRA	1,00[e] ou 0,00[f]	Nota g	1(h)	0	Nota g	7.744	Nota n	1	999[k]	1	4[o]	6,0	6,0
5. BENS DURÁVEIS	0,12	Nota o	1(h)	0		7.588p	Nota q	1	999[k]	3	8	7,0	12,0
6. SEMENTES	1,00	Nota r	3	0	Nota r	202	Nota s	1	4	0	1	6,0	6,0
7. ARROZ	0,73	78	3	0	Nota r	430	Nota t	1	999[k]	0	1	10,0	13,0
8. MILHO	0,67	24	3	0	Nota r	190	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0
9. PHASEOLUS	0,57	28	2	0	Nota r	340	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0
10.CULTURAS	0,50	10	2	0	Nota u	8.748	Nota t	1	999[k])	3	8	10,0	13,0

PERENES														
11.PASTAGEM		0,05	21	5	0	12	1.156	12	1	999[k]	3	8	10,0	13,0
12.PARTICULAR	R	0,10	Nota w	1(h)	0		1.000	Nota w	1	999[k]	0	1	0,0	0,0

FONTE: Fearnside, 1980d (1982b).

NOTAS:

a) Probabilidades de financiamento sendo requerido e recebido no banco pelo colono, dado que ele decidiu usar a cultura em questão como uma cultura comercial e é solvente.

b) Quantidade financiada em cruzeiros de 1 de janeiro de 1975 (US$1=Cr$7,4; salário mínimo=Cr$326,40/mês). Para tipos de empréstimo 1, 4, 5 e 12 esta é o valor do empréstimo. (Todos os valores são corrigidas para inflação de 35% ao ano).

c) Sem multa por pagamento atrasado.

d) Com multa por pagamento atrasado.

e) Para colonos originais.

f) Para colonos recém-chegados.

g) Política governamental.

h) Hectares médios financiados fixados em um e desvio padrão em zero para tipos de empréstimos não baseados em área.

i) Valor do empréstimo (não por hectare).

j) Calculado de Cr$8.000,00 (ponto médio da variação de preço das casas de 5.000,00 - 11.000,00 em cruzeiros não corrigidos de janeiro de 1971), corrigidos para inflação de 1 de janeiro de 1975.

k) Ano de término fixado em 999 de modo que empréstimos deste tipo são disponíveis durante a execução inteira.

l) De cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1972: Cr$400 de 15 de outubro de 1972.

m) De cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1974.

n) De 8 salários mínimos (totalizando Cr$1.342,00 de 1 de janeiro de 1971). (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206). o) Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206.

p) Freqüência de financiamento para motoserras cerca de 0,10 (50 financiadas em aproximadamente 500 colonos em 1973/74, segundo arquivo da ACAR-PARÁ; 6 motoserras financiadas em 61 colonos a partir dos questionários; freqüência de financiamento para trilhadeira, 0,02 (3 financiados em 152 colonos).

q) De financiamento de motoserras do Cr$4.500,00 (não corrigido) para pedidos de empréstimos datados em outubro de 1973.

r) Valor aproximado representando o caso para a maioria dos colonos.
s) Sementes de arroz distribuídos pelo INCRA em janeiro de 1975 por 40 kg (1 ha).

t) Baseado em cédulas de pedido de empréstimos da ACAR-PARÁ de 1974.

u) Da área média de 0,9 ha para pimenta-do-reino e 1,98 ha para cacau em cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1973 (média de 2 culturas).

v) Da média de valores médios de cacau e pimenta-do-reino em cédulas de pedido de empréstimos da ACAR-PARÁ de 1973: Cr$5.575,00/ha para cacau (DP=280, N=3), Cr$11.920,00 para pimenta-do-reino (DP=3.125, N=3).

w) Valores de empréstimos particulares supostos como estimativa razoável baseado em conversas informais com os colonos. Estes empréstimos podem tomar a forma de crédito em lojas de propriedade de colonos.

Primeiro, todos os colonos originais recebem empréstimos para compra da terra e casa e a dívida no INCRA para salários e itens não duráveis. Colonos simulados podem ter até 20 empréstimos de diferentes tipos e/ou anos. Todos os colonos começam solventes. Colonos que fracassam em pagar o capital e o juro de seus empréstimos do Banco do Brasil ou INCRA serão classificados como insolventes e se tornam inelegíveis para futuros empréstimos provenientes dessas fontes. Uma exceção são os empréstimos do INCRA para sementes, pois, na minha experiência, são dados a todos os colonos, independentemente de solvência. Os empréstimos para sementes foram interrompidos pelo INCRA no ano agrícola de 1975-1976. Se um pagamento é feito atrasado, é cobrada uma taxa mais alta de juros em muitos tipos de empréstimo. A correção monetária para ajuste das dívidas para a inflação pode também ser incluída em qualquer tipo de empréstimo, mas os valores usados para esse parâmetro tornam todos os empréstimos simulados sem correção monetária, dando assim um subsídio substancial do governo para os colonos. Destinar empréstimos sem correção monetária é baseado em várias consultas com representantes do Banco do Brasil em Altamira, de depoimentos do órgão de extensão (ACAR-PARÁ, hoje EMBRATER) e dos contratos de financiamento assinados pelos colonos.

Como uma parte dos processos de decisão para alocações de uso da terra, o número de trechos financiados precisa ser determinado para cada uma das operações relevantes. Considerando-se uma operação (tal como a derrubada) que pode ser auxiliada por um empréstimo, é feita uma verificação para ver se o colono é elegível para o empréstimo. Se for elegível, é feita uma determinação do fornecimento do empréstimo, baseado na probabilidade do financiamento da Tabela A.9. Essas probabilidades são para os colonos que tiveram um empréstimo aprovado e receberam o dinheiro no Banco, pois a lentidão da burocracia do governo normalmente resulta na não liberação da verba até depois que a estação para operações agrícolas já tenha passado na rodovia Transamazônica.

Se um empréstimo for realmente concedido, então precisam ser feitos ajustes adequados aos suprimentos de capital e de mão-de-obra do colono simulado. Junto com o insumo do capital do empréstimo, existe um custo pesado para o colono, tanto em tempo quanto em dinheiro gasto para obter o empréstimo. Estes custos só são arrecadados na simulação para os colonos que realmente recebem empréstimos, uma suposição otimista pois na realidade muitos colonos gastam tempo e dinheiro nos passos iniciais para obter os empréstimos mas na seqüência, fracassam em recebê-los porque o empréstimo não foi aprovado ou porque o colono não quis recebê-los após haver ocorrido atraso excessivo. O custo em dinheiro das idas ao banco para pagar o empréstimo não é incluído nesse ponto, mas é subtraído mais tarde no momento do pagamento no setor de alocação do produto.

Para tipos de empréstimo que são concedidos em uma base por hectare, a quantia do empréstimo adicionada para cada

trecho financiado é calculada multiplicando-se o tamanho de um trecho pela quantia por hectare. Isso é feito para cada trecho financiado. Para empréstimos de uma vez, como os que são concedidos para compra da terra, as quantias são geradas a partir da média e desvio padrão demonstrado para o total de quantias de empréstimo na Tabela A.9. Esses cálculos são feitos só uma vez. No caso dos empréstimos para sementes, do INCRA, o número de trechos financiados para a cultura é calculado das áreas sendo financiadas pelos empréstimos de custeio do Banco do Brasil para a cultura em questão (áreas financiadas em geral, não a área específica para cada colono individual, o qual pode ser insolvente e ainda receber empréstimos para sementes). Os custos para o colono simulado obter os empréstimos só são arrecadados uma vez, sendo que o custo é o mesmo se a área financiada for pequena ou grande. Em empréstimos para o assentamento (terra e casa, dívida no INCRA e bens duráveis) e empréstimos privados não têm custos em mão-de-obra ou em dinheiro. Para outros tipos de empréstimos o custo é deduzido do montante do empréstimo. Isso é feito por frações, a medida em que se considera cada trecho (o custo do financiamento dividido pelo número de trechos financiados provisoriamente) para evitar que o capital do colono se torne negativo. Desde que instrumentos de programação, tais como esses, foram incluídos, o financiamento é considerado, no procedimento de alocação do uso da terra, para determinar se um colono é capaz de orçar cada trecho adicional. O financiamento é considerado em uma base provisória e então todas as mudanças resultantes são desfeitas se, no fim, fica determinado que o colono não é capaz de fazer a alocação que está sendo considerada.

O valor usado para o custo médio em dinheiro do financiamento é de Cr75$1.041. Esse é o ponto médio na variação dos custos de financiamento de Cr$ 595-1.050 dada por Moran (1976: 86), assumindo-se que esses valores se referem ao cruzeiro de 15 de junho de 1974. Esse é um valor um tanto otimista, pois a agrovila estudada por Moran fica somente a 23 km da cidade de Altamira, enquanto que a área de estudo intensivo para o atual estudo de capacidade de suporte é centralizada em uma agrovila a 50 km da cidade (com os custos de transporte para Altamira duas vezes mais alto, com os custos de transporte para os escritórios de ACAR-PARÁ (agora EMBRATER) em Agrópolis Brasil Novo mais ou menos o mesmo). O valor é corrigido para os cruzeiros de 1 de janeiro de 1975 i.e. Cr75$).[1]

O desvio padrão do custo em dinheiro do financiamento é calculado das variações de valores dados por Moran (1976: 86). Os valores máximo e mínimo de 1 de janeiro de 1975 foram usados para aproximar o desvio padrão pelo método de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumindo-se que o número de observações de Moran é de 25 colonos, baseando-se em outros dados apresentados no estudo referido como uma "amostra de 50%" de uma agrovila (agrovilas normalmente abrigam 50 famílias). O valor do desvio padrão assim obtido é Cr75$148. O custo do

financiamento é gerado na simulação a partir do desvio padrão e da média para este custo uma vez por ano para cada colono que tenta obter financiamento.

A perda do trabalho em dias tentando obter um financiamento é gerada de maneira semelhante. O valor para a perda média de trabalho usada é vinte e quatro dias, o ponto central da variação de valores dada por Moran (1976: 86).[2] O desvio padrão foi aproximado usando-se os multiplicadores de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumindo-se um tamanho de amostra de 25 colonos. O valor do desvio padrão obtido desta é de 3,3 dias. A perda de trabalho também precisa ser rateada entre os vários meses do ano. As proporções da perda de trabalho para financiamento, distribuídas por cada mês do calendário, foram as seguintes: janeiro: 0,11, fevereiro: 0,00, mar,o: 0,00, abril: 0,00, maio: 0,11, junho: 0,08, julho: 0,08, agosto: 0,29, setembro: 0,11, novembro: 0,11 e dezembro: 0,00. Essas proporções foram calculadas a partir dos dias de cada uma das diferentes operações de financiamento, usando-se os pontos centrais das variações dadas por Moran (1976: 86). As operações são separadas por meses da seguinte maneira: fazer o plano (julho); confirmação e aprovação (agosto); recebimento de seis pagamentos (igualmente divididos entre: agosto, setembro, outubro, janeiro e maio); e o pagamento do juro do empréstimo (junho).

O dinheiro obtido do empréstimo é alocado na simulação de acordo com o tipo do empréstimo. Empréstimos para bens capitais vão diretamente para bens capitais na simulação, como é requisitado pelo banco mas algumas vezes passado por cima no fato real. Empréstimos privados vão para o dinheiro de consumo, as dívidas no INCRA não são acrescentadas a nenhum dos tipos de caixa, pois presume-se que no primeiro ano os colonos se alimentem com os salários do INCRA. O dinheiro de empréstimos para casas e terra nunca passa através das mãos do colono simulado, como é também o caso com os empréstimos para bens capitais e empréstimos do INCRA para sementes. Outros tipos de empréstimos são acrescentados ao capital do colono.

PREPARO DA TERRA

As decisões de uso da terra são uma parte do processo da alocação do uso da terra. Os trechos de terra disponíveis para alocação no lote são "cortados" (derrubados) ou preparados para plantio, em uma ordem guiada pela preferência do colono simulado para as diferentes categorias de terra disponível para a corte.

Na escolha do primeiro trecho a ser cortado para um dado lote e ano, o primeiro passo é a determinação de quais trechos no lote estão disponíveis para a corte. Aqueles não disponíveis incluem trechos que estão plantados com culturas perenes ou pastagem. Aqueles trechos que estão com mandioca (doce ou brava) no fim do ano agrícola anterior estão também não disponíveis, pois o período de crescimento da mandioca é maior do que um ano. Também, são considerados trechos não

disponíveis para corte se eles têm estado sob cultivo contínuo pelo número máximo de anos permitido antes que o mato torne impossível o plantio de uma nova cultura sem um período de intervalo de pousío. Aqui "cultivo contínuo" inclui culturas anuais, culturas perenes, pastagens, solo nu e mato (com menos de 240 dias). O período de pousío no intervalo será no mínimo até o estágio de "vegetação secundária" (acima de 240 dias). O número máximo de anos permitido em cultivo contínuo é um parâmetro de entrada, sendo usado um valor de dois anos de acordo com a prática normal na rodovia Transamazônica.

A cada um dos trechos considerado "disponível" para corte é designada uma categoria de classe de corte e é conservado um registro do número de trechos disponíveis em cada categoria. As categorias são: 1) mato ou terra nua, no fim do ano agrícola anterior (menos de 240 dias); 2) vegetação secundária com menos de 2 anos; 3) vegetação secundária de 2-3 anos; 4) vegetação secundária de 4-6 anos; 5) vegetação secundária de 7-11 anos; 6) vegetação secundária de 12-16 anos; 7) vegetação secundária de 17-20 anos; 8) vegetação secundária com mais de 20 anos; e 9) floresta virgem (floresta não derrubada anteriormente pelos colonos).

A seguir, o número de trechos financiados para derrubada da floresta virgem é determinado. Isso é feito de acordo com o procedimento previamente descrito para financiamento, baseado na elegibilidade do colono para empréstimos, áreas financiadas em programas de crédito do governo, etc.

O primeiro tipo de corte feito é a derrubada virgem financiada, até que o número de trechos financiados para derrubada virgem seja alcançado, ou até que os recursos do colono simulado estejam esgotados, o que ocorrer primeiro. Começando com um trecho escolhido ao acaso, os trechos são examinados até ser encontrado um trecho virgem, são feitos os ajustes apropriados no capital do colono simulado, dependendo dos termos de financiamento correntes no ano em questão.

Para trechos não influenciados pelo financiamento de derrubada virgem, a categoria de corte, ou categoria de idade, do trecho a ser cortado é escolhida (entre categorias para as quais existem alguns trechos disponíveis no lote), baseado em probabilidades de corte. As classes de derrubada representam as probabilidades de derrubada de alguma quantia dessa classe de uso da terra para fins de conversão a um uso que não seja pastagem, dada a existência no lote tanto da terra virgem quanto da categoria em questão. Essas probabilidades são calculadas como proporções de anos de lote onde a terra da categoria está disponível e então é derrubada (Fearnside, 1984e). As probabilidades usadas são: 1) mato e terra nua: 0,800 (N=60); 2) 8 meses - 2 anos: 0,750 (N=28); 3) 2 - 3 anos: 0,385 (N=13); 4, 5, 6, 7) 4 - 20 anos: tudo presumido como sendo 0,385 (o mesmo que categoria 3); 8) acima de 20 anos: presume-se que seja 1,0 (o mesmo que categoria 9); 9) virgem: 1,0. Esses valores para probabilidades de derrubada são parâmetros de entrada usados para representar o comportamento real dos colonos na rodovia Transamazônica. É

possível examinar os efeitos de mudanças hipotéticas nesse comportamento, tais como manutenção dos períodos de pousío de uma certa duração, alterando-se as probabilidades de corte para tornar as probabilidades para classe de idade abaixo da duração do período de pousío igual a zero e aqueles acima dele iguais a um.

Uma vez identificada a categoria a ser cortada, um trecho é escolhido e cortado nesta categoria. Esse processo continua enquanto progride o procedimento de alocação do uso da terra e termina quando a terra, o trabalho ou os recursos de capital foram esgotados.

ÁREA DE SUBSISTÊNCIA

Aprendizado do Colono e Comportamento na Alocação

A demanda de subsistência é determinada para o colono simulado pelo cálculo do número de hectares de culturas de subsistência necessárias para suprir as quantias de subsistência dessas culturas, inclusive uma margem de proteção contra colheitas pobres. O programa contém uma característica que permite aos colonos o aprendizado da experiência de todos os colonos na área, na estimativa de quanta terra será necessária para suprir as necessidades de subsistência, incluindo a margem para colheitas pobres. Essa característica pode ser incapacitada pelo usuário do programa, se desejar. Para fazer os ajustes do aprendizado, precisa-se computar o desvio padrão e médio de colheitas.

No primeiro ano (ou em execuções sem a característica de aprendizado) são usados a média esperada da colheita e o desvio padrão que entraram como parâmetros do programa. Esses valores iniciais são baseados em publicações oficiais de órgãos de colonização, presumivelmente correspondendo à aquilo que foi dito aos colonos para esperarem quando chegassem. A colheita esperada de arroz é de 1.500 kg/ha (Brasil, INCRA, 1972a: 195); para milho é de 1.500 kg/ha (p. 196); para feijão Phaseolus é de 800 kg/ha (p. 197); para feijão-de-corda Vigna também é presumido os mesmos 800 kg/ha; para mandioca brava é de 6.667 kg farinha/ha ano de crescimento (p. 196); e para macaxeira (mandioca doce) é presumida que é os mesmos 6.667 kg farinha/ha/ano de crescimento. Os desvios padrão são zero para todas as culturas, correspondendo à inexistência de variação nas colheitas. Nos anos subseqüentes, em execuções do programa com a característica de aprendizado, os desvios padrão e médio são ajustados de acordo com a experiência dos colonos simulados.

Margem de Segurança da área de Subsistência

Os hectares necessários para cada cultura de subsistência são calculados pela multiplicação das necessidades de subsistência do produto (calculada anteriormente) vezes o tamanho da família para o lote, acrescentando-se isso ao

produto do estatístico "z" do risco aceitável pelo colono e o desvio padrão esperado para colheitas da cultura e então corrigindo-se o resultado da deterioração esperada pela multiplicação pela soma da deterioração esperada mais um, e a divisão pela colheita mídia esperada para a cultura. O valor para a estatística "z" usado para calcular a margem de segurança que protege o colono contra o fracasso é calculado a partir de uma declaração oficial sobre o risco aceitável. Espera-se que no futuro sejam disponíveis melhores informações que reflitam o ponto de vista do próprio colono nesse item difícil de qualificar. O valor usado foi calculado a partir do Projeto RADAMBRASIL de classificação dos solos da área como tendo "boa produção" se estiverem "mostrando ligeiros riscos de estragos ou de fracasso na cultura devido à irregularidade na distribuição da chuva, com a probabilidade de ocorrência de uma vez em um período de cinco anos" (Brasil, RADAMBRASIL, 1974 Vol. 5: III/117). O período de cinco anos de média para um fracasso corresponde à probabilidade de 0,1294 de fracasso por ano, que corresponde à um valor estatístico "z" de 1,13.

No caso dos feijões, onde há dois tipos (feijão Phaseolus e o feijão-de-corda Vigna) e mandioca (doce e amarga), o tipo de feijão ou mandioca plantado para qualquer ano dado é selecionado e a colheita esperada correspondente a esse tipo é usada nos cálculos da área de subsistência. Um determinado colono só usa um desses tipos na simulação. A probabilidade do tipo Vigna (a probabilidade de que um colono plantará Vigna em vez de Phaseolus em um determinado ano, dado que um dos dois será plantado) é de 0,221, o que é baseado nas proporções das roças de "feijão" estudadas (120 roças de Phaseolus e 34 de roças de Vigna). A probabilidade do tipo mandioca doce (a probabilidade de que um colono plantará macaxeira (mandioca doce) em oposição à mandioca brava em um determinado ano, dado que uma das duas será plantada) é de 0,169, o que é baseado na proporção da variedade doce nas roças de mandioca estudadas (13 doce versus 64 amarga).

Para todas essas culturas (arroz, milho, "feijão" e mandioca) a área de subsistência requerida é calculada com o resultado dos kilogramas do produto para subsistência per cápita vezes o tamanho da família para o lote, mais o produto do estatístico "z" para fracasso aceitável e o desvio padrão esperado nas colheitas da cultura.

MODELANDO ALOCAçõES DE CULTURAS

Decisões de Consorciação

Uma vez tomada a decisão de alocar um trecho para uma dada cultura, o uso da terra precisa ser determinado, inclusive a consorciação com outras culturas. As decisões de consorciação são tomadas baseando-se nas probabilidades de dadas combinações aparecerem, dentro das restrições dos vinte e quatro usos de terra incluídos na simulação. As decisões de alocações originais são feitas na base de culturas simples, e

as culturas consorciadas são acrescentadas à essa cultura principal depois que é tomada a decisão de alocação.

A probabilidade de que o arroz seja plantado sozinho é de 0,43 (N=303 roças de arroz). A probabilidade de arroz consorciado com milho (solteiro, não milho + outra cultura) é de 0,41 (N=303 roças de arroz). A probabilidade de arroz consorciado com mandioca brava é de 0,07. A probabilidade de arroz com mandioca brava é calculada a partir da probabilidade geral de arroz com qualquer tipo de mandioca de 0,083 (25 de 303 roças de arroz) e a proporção de mandioca brava em roças de mandioca de qualquer tipo de consorciação, que é de 0,831 (64 roças de mandioca brava entre um total de 77 roças de mandioca). De maneira semelhante, a probabilidade usada para consorciação de arroz com mandioca doce (macaxeira) é de 0,01, calculado de 0,083 de probabilidade geral de arroz com mandioca e a proporção geral de macaxeira de 0,169. A probabilidade usada de arroz com ambos, milho e mandioca brava foi de 0,04, que é calculado a partir da probabilidade geral de arroz com milho e mandioca de 0,046 e a proporção geral de mandioca doce de 0,169. A probabilidade de arroz consorciado com capim é de 0,03, que é baseado na probabilidade de arroz com capim de 0,026 (8 de 303 roças de arroz) e probabilidade de arroz com capim e milho de 0,003 (1 de 303 roças de arroz, uma combinação não incluída explicitamente na simulação).

A probabilidade de Phaseolus plantado sozinho (em oposição ao plantado com milho verde; milho seco não é contado como uma cultura consorciada) é de 0,90 (N=120 roças de Phaseolus). Esse valor para Phaseolus sozinho na realidade inclui algumas outras combinações não explicitamente incluídas na simulação: 0,808 foi de Phaseolus sozinho, 0,067 foi de Phaseolus com mandioca, 0,008 foi de Phaseolus com milho seco e 0,075 foi de Phaseolus com outras culturas. Este é o único parâmetro de Phaseolus usado; o valor usado é menor que um, como no caso da soma das probabilidades das combinações de arroz. O remanescente (0,10) representa a probabilidade de Phaseolus ser plantado com milho verde. Isto é baseado na probabilidade de 0,092 para Phaseolus com milho verde somente (11 entre 120 roças de Phaseolus) e a probabilidade de 0,008 de Phaseolus com ambos, milho verde e mandioca (1 entre 120 roças de Phaseolus, uma combinação não incluída explicitamente na simulação).

A probabilidade de Vigna sozinho é 0,32 (N=34 roças de Vigna). Essa é a probabilidade de Vigna ser plantado, ou sozinho ou com outras culturas além de milho, verde ou seco. As probabilidades para qualquer uma das combinações são 0,147 para Vigna com mandioca e 0,147 para Vigna com outras culturas. Como a probabilidade de Vigna "sozinho" é a única probabilidade de consorciação usada como um parâmetro de entrada, a diferença entre isso e 1,000 representa a probabilidade de Vigna ser consorciado com milho, verde ou seco. Essa probabilidade é 0,68, que é baseada nas probabilidades de 0,206 para Vigna com milho seco, 0,235 para Vigna com milho verde, 0,000 para Vigna com milho

seco e mandioca, e 0,235 para Vigna com milho verde e mandioca (N=34 roças de Vigna).

A probabilidade para mandioca brava sozinha ou com outras culturas além de arroz ou milho é 0,62 (N=64 roças de mandioca brava) e a probabilidade de mandioca brava com milho é 0,08 (5 de 64 roças de mandioca brava). Essas probabilidades não somam um, a probabilidade restante de 0,30 representando a probabilidade da mandioca brava com arroz e milho (19 de 64 roças de mandioca brava).

A probabilidade da macaxeira (mandioca doce) ser plantada sozinha ou com outras culturas além de arroz ou milho é 0,91 (10 de 11 roças de macaxeira) e a probabilidade de macaxeira consorciada com milho é também 0,00 (0 de 11 roças de macaxeira). Essas probabilidades não somam um, sendo a probabilidade remanescente de 0,09 (1 de 11 roças de macaxeira) de macaxeira com arroz e milho.

As decisões de consorciação não são incluídas separadamente para milho a fim de evitar duplicação com as decisões de consorciação com outras culturas. Alocações que são feitas explicitamente com milho como a principal cultura são, portanto, designadas como milho sozinho e todo o milho que é consorciado é o resultado de designações com outras culturas como a cultura principal.

Alocações para cacau, pimenta-do-reino, pastagem sem animais e pastagem com animais são feitas diretamente sem consorciação.

Restrições da Mão-de-Obra e do Capital

São determinadas primeiramente as operações necessárias para a instalação do uso de terra proposto. Por exemplo, se o uso de terra proposto é arroz e o uso presente da terra é floresta virgem, o custeio tanto da derrubada virgem como do arroz (plantar, capinar e colher, incluindo empilhar e bater ou trilhar) precisa ser conferido. Existem quinze operações consideradas no programa: 1) derrubada; 2) roçagem (derrubada da vegetação secundária) (vegetação secundária é definida como não cultivado pelo menos há oito meses); 3) limpa de mato (sendo mato definido como não cultivado por 2-8 meses) 4) custeio de arroz (incluindo plantar, capinar e colher, mas não a derrubada de vegetação secundária ou limpeza de mato, como no caso do custeio nos empréstimos bancários 5) custeio do milho; 6) custeio de feijão Phaseolus ou Vigna; 7) custeio de mandioca doce ou brava (incluindo a produção da farinha para o controle de mão-de-obra mas não de capital; 8) estabelecimento do cacau; 9) estabelecimento de pimenta-do-reino; 10) estabelecimento de pastagem sem animais (plantio, não incluindo a construção de cercas ou currais); 11) estabelecimento de pastagem com animais (incluindo as cercas e currais); 12) manutenção do cacau (não incluindo o custo de fertilizantes); 13) manutenção do pimenta-do-reino (não incluindo o custo de fertilizantes); 14) manutenção de pastagem sem animais; e 15) manutenção de pastagem com

animais. Os controles exigem parâmetro para a necessidade de mão-de-obra total (Tabela A.10), necessidade de mão-de-obra masculina (Tabela A.11) e custos fixos para cada operação. As necessidades de mão-de-obra para as tarefas que compreendem cada operação são resumidas na Tabela A.12 e as necessidades de custo fixo são dadas na Tabela A.13.

(Tabela A-10)

TABELA A.10. MÃO-DE-OBRA TOTAL REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS POR MÊS

OPERAÇÃO	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Corte												
1. Floresta virgem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	6,9	8,0	0,0	0,0
2. Capoeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	4,8	0,0
3. Mato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,7	0,0
Culturas												
4. Arroz(a)	6,2	3,7	3,7	0,0	0,0	14,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Milho(a)	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0	0,0	0,0	2,0
6. Feijão(a)	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	6,2	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Mandioca(b)	0,0	20,3	20,3	20,3	20,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	20,3
Estabelecimento												
8. Cacau	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	6,0	0,0	22,0	22,0
9. Pimenta-do-reino	27,0	13,5	1,5	4,5	12,0	0,0	46,3	46,3	10,0	30,0	24,0	0,0
10. Pasto sim animais	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Pasto com animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Manutenção												
12. Cacau	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
13. Pimenta-do-reino	1,5	9,0	2,5	1,5	0,0	11,5	1,5	9,0	2,5	0,0	9,0	2,5
14. Pasto sim animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Pasto com animais	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,1	4,1	0,6	0,6	0,6	0,6

FONTE: Fearnside, 1980b.
NOTA: Mão-de-obra total requerida (independente de idade e sexo) em equivalentes de dia de homem/ha (veja texto para justificativa)

(a) Plantío, limpeza e colheita.
(b) Plantío, limpeza, colheita, e preparação de farinha

(Tabela A-11)

TABLA A.11. MÃO-DE-OBRA MASCULINA REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS POR MÊS

OPERAÇÃO	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Corte												
1. Floresta virgem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	6,9	8,0	0,0	0,0
2. Capoeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	4,8	0,0
3. Mato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,7	0,0
Culturas												
4. Arroz(a)	6,2	3,7	3,7	0,0	0,0	14,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Milho(b)	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	0,0	2,0
6. Feijão(a)	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	6,2	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Mandioca(b)	0,0	10,8	10,8	10,8	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	20,3
Estabelecimento												
8. Cacau	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	6,0	0,0	22,0	22,0
9. Pimenta-do-reino	27,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	46,3	46,3	10,0	30,0	24,0	0,0
10. Pasto sim animais	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Pasto com animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Manutenção												
12. Cacau	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
13. Pimenta-do-reino	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	10,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14. Pasto sim animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Pasto com animais	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,1	4,1	0,6	0,6	0,6	0,6

FONTE: Fearnside, 1980b.

NOTA: Mão-de-obra masculina requerida (homens adultos com pelo menos 18 anos) em dias de homem/ha (veja texto para justificativa).

(a) Plantío, limpeza e colheita.

(b) Plantío, limpeza, colheita, e preparação de farinha

(Tabela A-12)

TABELA A.12 MÃO-DE-OBRA REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Operação	Tarefa	Meses	Mão-de-obra total média requerida (dias de homem/ha)	DP	N	Fonte	Mão-de-obra masculino (% do total)	Notas
CORTE								
1. Floresta virgem	Broca	Jul., Ago.	11,45	7,04	21	Dados de campo	100	
	Derrubada	Ago., Set.	9,34	3,65	12	Dados de campo	100	
	Queimada	Out.	1,69	3,80	15	Dados de campo	100	
	Coivara	Out.	6,26	8,86	200	Dados de campo	100	Empilhamento de material não queimado para uma segunda queimada
	Corte	Set., Out.	20,0	----	1	Dados de campo	100	
2. Capoeira	Coivara	Nov.	4,79	7,06	40	Dados de campo	100	
3. Mato	Corte	Out.	7,00	5,18	6	Dados de campo	100	Preparação para plantio de arroz
	Coivara	Nov.	1,66	2,32	12	Dados de campo	100	
CULTURAS								
4. Arroz	Plantio	Jan.	6,23	6,26	13	Dados de campo	100	
	Capina	Fev., Mar.	7,40	5,40	207	Dados de campo	100	
	Colheita	Jun.	14,08	10,14	12	Dados de campo	100	
	Trilhagem	Jul.	4,07	1,26	4	Dados de campo	100	Para trilhagem manual. Para trilhagem com máquina requer 2 dias de homem/ha (Smith, 1976b: 158)
5. Milho	Plantío	Dez.	2,0			Smith, 1976b: 194	100	Presumido milho solteiro

	Capina	Fev., Mar.	9,93	9,43	141	Dados de campo	0	
	Colheita	Ago.	5			Smith, 1976b: 194	50	
	Remoção de sementes	Set.	5			Smith, 1976b: 194	50	
6. Feijão (*Phaseolus* ou *Vigna*)	Limpa	Abr.	10.9	(veja nota)				Limpa (limpeza de mato herbáceo em preparação para plantio) não é considerado como uma operação de "corte" no caso de feijão; Pontos médios entre as médias para as duas espécies usadas para necessidades
	Phaseolus		14.8	10,3	10	Dados de campo	100	
	Vigna		7.0	3,00	3	Dados de campo	100	
	Plantio	Abr.		(veja nota)				
	Phaseolus		2,49	1,16	2	Dados de campo	0	
	Vigna		2,49		0			
	Capina	Jun., Jul.	12,34	(veja nota)				
	Phaseolus		9,54	7,50	63	Dados de campo	0	
	Vigna		15,16	20,07	22	Dados de campo	0	
	Colheita	Jul.						
	Phaseolus		4,96	----	1	Dados de campo	100	
	Vigna		4,96		0			
7. Mandioca (brava ou macaxeira)	Plantio	Fev. - Mai.	4,07	4,39	2	Dados de campo	100	Todos os valores corregidos para dar mão-de-obra requerida por ano usando a média do período de crescimento de mandioca brava de 1,29 anos (DP=0,53, N=64); mão-de-obra para preparação de farinha baseado no rendimento médio de mandioca brava de 3.617,7 kg farinha/ha/ano de crescimento (DP=2.002,2, N=15) de dados de campo, e mão-de-obra de beneficiamento de 37 kg/dia de homem (Smith, 1976b: 158)
	Capina	Nov. - Dez.	8,53	6,05	27	Dados de campo	0	
	Colheita	(Toda mão-de-obra distribuída entre os 6 meses com menos trabalho)	11,63	----	1	Dados de campo	100	
	Fabricação de farinha		97,77			Dados de campo; Smith, 1967b: 158	50	

ESTABELECIMENTO

8. Cacau	Preparo da área	Dez.	12,0	Todos os números de: Brasil, INCRA, 1972a: 168	100	Valores de mão-de-obra calculados de equivalentes de mão-de-obra familiar dado para famílias de 2,5 adultos masculinos, derivado usando a mesma tabela de equivalentes usado no presente trabalho (Tabela A.37)
	Sombreamento provisório	Dez.	10,0		100	
	Sombreamento definitivo	Jan.	4,0		100	
	Construção de viveiro	Ago.	5,0		100	
	Enchimento de sacos plásticos	Ago.	6,0		0	
	Plantio de sementes	Ago.	4,0		0	
	Cuidado de mudas	Set.	6,0		0	
	Buracos para mudas	Nov.	16,0		100	
	Adubação	Nov.	2,0		100	
	Plantio de mudas	Jan.	16,0		100	
	Calagem	Nov.	4,0		100	
9. Pimenta-do-reino	Plantio de mudas (estacas) e adubação	Jan.	27,0	Todos os números de: Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	
	Capina durante estabelecimento	Fev.	9,0		0	
	Formação de montes de solo	Fev., Abr.	12,0		0	
	Tratamentos	Mar.	1,5		100	
	Cobertura morta	Mai.	12,0		0	
	Corte de estacas (tutores)	Jul.	46,3	Presunção	100	20 minutos/poste
	Transporte de estacas (tutores)	Ago.	46,3	Presunção	100	20 minutos/poste
	Limpeza da área	Set.	10,0		100	
	Buracos para mudas	Out.	30,0	Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	13 minutos/buraco
	Colocação de	Nov.	24,0		100	10 minutos/poste

	estacas (tutores)							
10. Pasto sim animais	Coleta de sementes	Jan.	2,3	---	1	Dados de campo	100	3 dias de homem/saco de 60 kg, suficiente para semearar 1,3 ha de *Panicum maximum*.
11. Pasto com animais	Corte de estacas para cerca	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 min./poste (espaçamento de 5 m, área do campo=22,7 ha, N=1).
	Transporte de estacas	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 minutos/poste
	Abertura de buracos	Jul. - Ago.	0,58			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	13 min.buraco, valor para postes de pimenta-do-reino
	Colocação de estacas	Jul. - Ago.	0,46			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	Para postes de pimenta-do-reino
	Colocação de arame	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 minutos/poste
	Construção de curral	Jul. - Ago.	4,76	---	1	Dados de campo	100	Curral de 150 m^2
MANUTENÇÃO								
12. Cacau	Adubação	Todas as tarefas distribuídas ao longo do ano inteiro	16,67			Brasil, ACAR-PARÁ, Unidade Operacional Altamira VI, s/d-b [ca. 1974]	100	Convertido do valor em días de homem/1.000 plântulas, usando a densidade recomendada de 1.111 árvores/ha
	Polvilhação		13,33				100	
	Poda		11,11				100	
	Colheita e beneficiamento		48,89				50	
	Capina		17,78				0	
13. Pimenta-do-reino	Capina	Feb., Jun., Ago., Nov.	35			Brasil, INCRA, 1972a: 169	0	
	Poda	Mai., Jun., Set., Dez.	10				100	
	Polvilhação	Jan., Abr., Jul.	6				100	

14. Pasto sim animais	Corte de vegetação secundária invasora	Jul., Ago.	2			Presunção	100	Baseado na baixo padrão de manutenção na área
15. Pasto com animais	Reparos e cuidado do rebanho	Todos os meses	6,60		2	Fearnside & Rankin, 1973, notas de campo	100	De duas fazendas cerca de Santarém
	Corte de vegetação secundária invasora	Jul., Ago.	7,00	5,18	6	Dados de campo	100	Presumido igual à porção referente a corte na operação de corte

FONTE: Fearnside, 1980b (1982b).

(Tabela A-13)

TABELA A.13. CUSTOS MONETÁRIOS FIXOS PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Operação	Item	Custo (Cr75$/ha)	DP	N	Observações
Corte					
1) Floresta virgem	Ferramentas	0			O custo de ferramentas manuais não parece colocar um limite significativo usando-se mão-de-obra familiar. Obs.: moto-serras podem ser substituídas aproximadamente ao mesmo custo por hectare por mão-de-obra contratada e portanto não está incluída explicitamente no programa.
2) Capoeira	Ferramentas	0			
3) Mato					
Culturas					
4) Arroz	Químicos em pilhas de arroz colhido	17,75	18,59	8	Custo por sacos para todas as culturas é deduzido do preço de venda em vez de ser considerado como um custo fixo que pode agir com um pré-requisito para o plantio, pois os sacos podem freqüentemente ser obtidos a credito na época da colheita.

5) Milho	Químicos, etc.	0	0	4	
6) Feijão (*Phaseolus* ou *Vigna*)	Químicos no tratamento da semente	7,60	--	2	
7) Mandioca (brava ou doce)	Cultivo	0			Custos do processamento (depreciação e operação do equipamento) são deduzidos dos preços de venda na simução--não é um pré-requisito para o plantio. Na rodovia Transamazônica os colonos que não têm equipamento podem usar a casa de farinha do vizinho em troca de 30% da produção.
	Fabricação de farinha	0			
Estabelecimento					
8) Cacau	Aldrin (6 kg)	74			De: Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI e CEPLAC, s/d.(*Ca*. 1974). Valores convertidos para Cr75$.
	Construções rústicas	77			
	Sacos plásticos	82			
	Pulverizador	315			
9) Pimenta-do-reino	Químicos, etc.	16,38			De: Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973. Valor convertido pa-

					ra Cr75$. Presume a densida- de recomendada de 1.111 plantas/ha.
10)	Pastagem sem animais	Sementes, ferramen- tas, etc	0		Não é considerado uma bar- reira significativa para o plantio.
11)	Pastagem com animais	Arame pa- ra cercas	74,34		Cerca de 4-arames baseado no preço de Altamira: Cr$350 por rolo de 500 m em fevereiro de 1975
		Gado	459,00		Cr75$2.500/cabeça preço de compra + Cr75$200/cabeça para transporte, presumindo-se a taxa do estoque a 0,17 cabeça/ha.
		Arame para curral	154,17	-- 1	

Manutenção

12)	Cacau	Trata- mento químico	61,52		40 kg/ha/ano de 1% inseticida BHC ao custo de Cr$1,00/kg em 1974 (Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI; e CEPLAC, s/d.(*Ca*. 1974). Nota: a depreciação do equipamento calculada em outra parte do programa.
13)	Pimenta- do- reino	Químicos + ferti- lizante	995,12		Insumos para 1.000 plantas são 15 kg de fungicida "Cuprovit" ou "Cuprosan", 1 litro de inseticida 100% "Malatol", 12 kg de insetici-

				da "Dithane M-45", 600 kg de fertilizante NPK, 4 litros de "Novapol", 3.000 kg de torta de mamona *Ricinus communis*, 500 kg de calcário dolomítico e 500 kg de farinha de osso (Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973). Correção feita para a inflação e para a densidade recomendada de 1.111 plantas/ha.
14)	Pastagem sem animais	Ferramentas etc.	0	Não é considerado uma limitação significativa.
15)	Pastagem com animais	Reparos de cercas, remédios, etc.	300,00	Presumido.

FONTE: Fearnside, 1980d, 1982b.

O primeiro controle feito é para a possibilidade de trabalho total sem mão-de-obra contratada. Para cada mês a necessidade de mão-de-obra total, calculada a partir das necessidades de mão-de-obra total mostrada na Tabela A.10 para a operação em questão e o tamanho do trecho, é subtraída dos valores para o suprimento de mão-de-obra para o mês. Se o suprimento da mão-de-obra da família for insuficiente, então a quantia de mão-de-obra suplementar contratada é determinada, junto com seu custo, baseado no custo de mão-de-obra para aquele mês. Os custos de mão-de-obra são baseados nas taxas vigentes no ano agrícola de 1974-1975, que era de Cr$15/dia para todos os meses exceto para o período da colheita do arroz (junho) e o período da derrubada (agosto-setembro), que era de Cr$20/dia (sem comida incluída no acerto para nenhuma das taxas). Se a quantidade de capital para o lote não for suficiente para pagar a mão-de-obra contratada, então o controle de suficiência de mão-de-obra e de capital será mal sucedido.

Se os suprimentos de mão-de-obra total são adequados, é feito um controle das necessidades de mão-de-obra masculina para determinar se é necessária mão-de-obra contratada adicional antes do retorno de um controle bem sucedido de suficiência de mão-de-obra. A mão-de-obra masculina disponível para cada mês é calculada a partir da mão-de-obra da família mais mão-de-obra contratada (toda a mão-de-obra contratada é considerada masculino adulto), menos a necessidade de mão-de-obra masculina como calculada a partir do produto da necessidade de mão-de-obra masculina por-hectare e o tamanho do trecho. Se a mão-de-obra masculina for insuficiente, então é testada a possibilidade de contratação de mão-de-obra externa para satisfazer essa necessidade. Se a quantidade de capital for maior do que o custo da mão-de-obra vezes o valor absoluto do déficit da mão-de-obra masculina para o mês, então a mão-de-obra é contratada com ajustes apropriados do capital. De outra forma o controle não é bem sucedido. Se a contratação da mão-de-obra para resolver o déficit da mão-de-obra masculina for praticável, então o produto do custo da mão-de-obra e dia de homem necessário é subtraído da quantidade de capital, e o valor para a quantia de mão-de-obra contratada usada é atualizada para refletir a contratação.

A viabilidade em termos de custos fixos de capital é a última necessidade verificada. Para isso, o capital é reduzido pelo produto do custo fixo por hectare para a operação, mês e tamanho do trecho. Se o capital torna-se negativo, então o controle não é bem sucedido. Se o controle foi bem sucedido até esse ponto, então é feita uma determinação da necessidade ou não de um segundo ciclo de controle.

Se a operação que acaba de ser controlada for a primeira parte de uma operação de duas partes, como uma cultura anual

em uma locação de floresta virgem, onde é preciso ser feito um controle para a operação de derrubada e outro para as necessidades do plantio até a colheita, então a operação (uma operação de corte) é re-designada (como uma operação de cultura) e os controles descritos acima de mão-de-obra total, mão-de-obra masculina e custos fixos são executados na nova operação. Se o controle não for bem sucedido em qualquer ponto, então o resultado que não foi bem sucedido é indicado para o uso da terra.

Escolhas da Cultura Comercial

A probabilidade do uso de várias culturas como culturas comerciais é determinada para o lote simulado usando-se as probabilidades para culturas simples (não combinações de culturas consorciadas) serem usadas como comerciais, baseando-se nas freqüências observadas entre os colonos que seguem cada um dos quatro padrões de uso da terra na rodovia Transamazônica. As probabilidades do uso da terra empregadas como parâmetros para o programa foram calculadas a partir de dados como o quociente do número de anos de hectare em cultura comercial de cada cultura em um dado padrão de uso da terra dividido pelo total dos anos de hectare em cultura comercial para aquele padrão de uso da terra. "Hectares comerciais" são áreas em excesso dos valores considerados razoáveis para as necessidades de subsistência somente dependendo da cultura. Essas áreas são para a designação de culturas simples, não combinações de consorciação. A divisão entre áreas de subsistência e comércio foi de 0,5 ha no caso de arroz, milho, Phaseolus e Vigna; 0,2 ha no caso da mandioca brava e da macaxeira e 0,0 ha no caso do cacau, pimenta-do-reino, pastagem sem animais e pastagem com animais. "Anos de hectare comercial" é o produto dos hectares comerciais e o número de anos de colono nos quais a terra foi alocada para essa cultura (ver Tabela 4.5).

Modelando Mudanças do Solo

QUALIDADES DE QUEIMADA

A distribuição dos meses de derrubada é apresentada na Tabela A-14.

(Tabela A.14)

TABELA A.14. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DA DERRUBADA DA FLORESTA VIRGEM

	Mês								
Item	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Número	1	2	16	31	180	82	37	14	363
Porcentagem	0,3	0,6	4,4	8,5	49,5	22,6	10,2	3,9	100

FONTE: Fearnside, s/d-d (1986f).
Média dos dias entre derrubada e queimada = 44,1 (DP = 65,3, N = 138).

Queimadas virgens simuladas são classificadas como "más" ou "boas" dependendo se a Equação A.5 ou A.6 der o valor maior.

$$Y = 3{,}2459 \times 10^{-3} A - 3{,}5933 \times 10^{-3} B + 3{,}4928 \times 10^{-3} C + 7{,}7949 \times 10^{-2} D + 1{,}5809 \times 10^{-1} E + 3{,}8381 \times 10^{-2} F - 6{,}1617 \qquad \text{Equação A.5}$$

onde:

Y = discriminador de má queimada
A = chuva entre derrubada e queimada (mm)
B = evaporação entre derrubada e queimada (horas)
C = insolação entre derrubada e queimada (horas)
D = chuva em 15 dias antes da queima (mm)
E = evaporação em 15 dias antes da queima (mm)
F = insolação em 15 dias antes da queima (horas)
(variância geral = $2{,}43 \times 10^{22}$, N=76).

$$Y = 1{,}2662 \times 10^{-3} A - 5{,}2735 \times 10^{-5} B + 2{,}5793 \times 10^{-3} C + 8{,}8626 \times 10^{-2} D + 1{,}827 \times 10^{-2} E + 3{,}1593 \times 10^{-2} F - 7{,}5752 \qquad \text{Equação A.6}$$

onde:
Y = discriminador de queimada boa
A - F = o mesmo que na Equação A.5
(variância geral = $2{,}26 \times 10^{20}$, N=171).

Estatísticas para funções disriminantes (Equações A.5 e A.6):

Distância Mahalanobis (D^2) = 0,686, estatística F = 5,89, $p<0{,}001$; Igualdade de covariâncias: gl = 21, 93.234, estatística F = 22,47, $p<0{,}0001$. Casos corretamente previstos = 74%, N=247.

(Tabela A.15)

TABELA A.15. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DO CORTE E QUEIMA DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA

Item	*Mês*								
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Total
				Corte					
Número	1	8	8	39	24	20	10	1	111
Porcentagem	0,9	7,2	7,2	35,1	21,6	18,0	9,0	0,9	100
				Queima					
Número	0	0	4	10	50	37	13	5	119
Porcentagem	0	0	3,4	8,4	42,0	31,1	10,9	4,2	100

FONTE: Fearnside, s/d-d (1986f).
Média de dias entre o corte e a queima = 52,6 (DP = 96,1, N = 79).

As queimadas simuladas de vegetação secundária são classificadas entre "más" e "boas" usando como funções discriminantes as Equações A.7 e A.8:

$$Y = 4{,}8378 \times 10^{-4} A - 1{,}3939 \times 10^{-2} B + 2{,}9030 \times 10^{-3} C - 1{,}3692 \times 10^{-1} \quad \text{Equação A.7}$$

onde:

Y = discriminador de má queimada
A = chuva entre corte e queima (mm)
B = evaporação entre corte e queima (mm)
C = insolação entre corte e queima (horas)
(variância geral = $9{,}92 \times 10^{11}$, N=31).

$$Y = -3{,}3761 \times 10^{-3} A - 2{,}0641 \times 10^{-2} B + 6{,}0930 \times 10^{-4} C - 1{,}0033 \quad \text{Equação A.8}$$

onde:

Y = discriminador de boa queimada
A - C = o mesmo que na Equação A.7
(variância geral = $1{,}29 \times 10^{13}$, N=23).

Estatísticas para as funções discriminantes (Equações A.7 e A.8): Distância Mahalanobis (D^2) = 0,566, estatística F = 2,39, $\underline{p}$ = 0,8; Igualdade de covariâncias: gl=6, 15.499, estatística F = 5,78, $\underline{p}$<0,0001. Casos preditos corretamente = 65%, N=54.

MUDANÇAS NO SOLO PELA QUEIMADA

Queimadas de Floresta Virgem

As mudanças das características do solo com a queimada podem ser modeladas com o seguinte conjunto de equações. Nos casos em que a qualidade da queimada representa um fator significativo, isso é representado em equações de regressão múltipla através de variáveis "dummy" (Draper & Smith, 1966: 134-141). Essas variáveis apresentam os efeitos de queimadas "boas" e "más" recebendo os valores de -1,0 e 1,0, respectivamente.

MUDANÇAS NO pH

As previsões das mudanças do pH devem ser feitas separadamente, dependendo da faixa de valores do pH inicial. As mudanças do pH para casos com um pH inicial de menos que 4,0 são dados por

$$Y = 1{,}538 - 0{,}266 A - 0{,}230 B \quad \text{Equação A.9}$$

onde:

Y = mudança do pH
A = variável "dummy" de qualidade de queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)
B = Al^{+++} inicial (meq/100g)
(p<0,0001, r=0,69, EP=0,609, N=87).

Nos casos em que o pH inicial for de 4,0 até 5,0, a mudança de pH com queimada virgem é dado por:

$$Y = 1,888 - 3,11 \times 10^{-2} A - 6,68 \times 10^{-2} \quad \text{Equação A.10}$$

onde:

Y = mudança de pH
A = argila total inicial (% peso seco)
B = erosão prevista por ano (mm)
(p<0,0001, r=0,54, EP=0,714, N=67).

Nos casos com um pH maior do que 5,0, a mudança do pH com queimadas virgens é dado por:

$$Y = 5,207 - 0,180 A - 0,814 B - 6,09 \times 10^{-4} C \quad \text{Equação A.11}$$

onde:
Y = mudança de pH
A = variável "dummy" da qualidade de queimada virgem (+1 para má; -1 para boa)
B = pH inicial
C = dias em culturas anuais
(p<0,0001, r=0,56, EP=0,717, N=180).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = 0,295 - 0,222 A - 0,224 B \quad \text{Equação A.12}$$

onde:
Y = mudança do alumínio (meq/100g)
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
B = variável "dummy" da qualidade da queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)

MUDANÇAS NO FÓSFORO

As mudanças do fósforo com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = -0,778 + 0,677\ A - 0,357\ B \qquad \text{Equação A.13}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = mudança prevista do fósforo a partir dos efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)
B = variável "dummy" de qualidade de queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)
($p<0,0001$, $r=0,46$, EP= 3,255, N=473).

MUDANÇAS NO NITROGÊNIO

Mudanças no nitrogênio com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = -5,80 \times 10^{-2} - 0,654\ A + 4,89 \times 10^{-2}\ B + 2,63 \times 10^{-2}\ C \qquad \text{Equação A.14}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)
A = nitrogênio inicial (% peso seco)
B = carbono inicial (% peso seco)
C = pH inicial
($p<0,01$, $r=0,46$, EP=$5,88 \times 10^{-2}$, N=52).

MUDANÇAS NO CARBONO

As mudanças do carbono são calculadas usando-se a mesma relação empregada para as mudanças do carbono em roças não queimadas e outros tipos de roças (Equação A.27). A mesma relação também vale para queimadas de vegetação secundária e de mato.

Queimadas de Vegetação Secundária

MUDANÇAS NO pH

Mudanças no pH com a queimada da vegetação secundária (roças com pelo menos oito meses de pousio) são dadas por:

$$Y = 3,4817 - 0,22603\ A - 0,23129\ B - 0,51758\ C - 3,2683 \times 10^{-4}\ D \qquad \text{Equação A.15}$$

onde:

Y = mudança do pH
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
B = mudança do alumínio (meq/100g)
C = pH inicial
D = dias em culturas anuais
(p=0,0001, r=0,51, EP=0,646, N=91).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio sob queimadas de vegetação secundária são dadas por:

Y = 0,16551 - 0,26687 A Equação A.16

onde:

Y = mudanças do alumínio (meq/100g)
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
($p<0,05$, r=0,37, EP=1,53, N=42).

MUDANÇAS NO FÓSFORO

As mudanças no fósforo sob queimadas de vegetação secundária são dadas por:

Y = -1,5170 + 0,74065 A - 0,83055 B Equação A.17

onde:

Y = mudanças do fósforo (ppm)
A = mudanças previstas do fósforo a partir de regressão para efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)
B = variável "dummy" de qualidade de queimada da vegetação secundária (+1 se for má; -1 se for boa)
($p<0,0001$, r=0,56, EP=2,620, N=78).

Queimadas de Mato

Os efeitos da queima do mato, definido como roças com menos de oito meses de pousío, podem ser previstas com o seguinte conjunto de equações. A qualidade de queimada do mato não tem um efeito significativo sobre nenhuma dessas mudanças de fertilidade do solo.

MUDANÇAS NO pH

As mudanças no pH com a queimada do mato são dadas por:

Y = 2,9749 - 0,16504 A - 0,51659 B Equação A.18

onde:

Y = mudança do pH

A = pH inicial

B = Al^{+++} inicial (meq/100g)

(p<0,001, r=0,51, EP=0,74525, N=62).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio com a queimada do mato são dadas por:

$$Y = 0,55043 - 0,39232\ B \qquad \text{Equação A.19}$$

onde:

Y = mudança do alumínio (meq/100g)

A = alumínio inicial (meq/100g)

(p<0,05, r=0,43, EP=1,8503, N=28).

MUDANÇAS NO FÓSFORO

A probabilidade de que não haja mudança no fósforo com a queimada do mato é de 0,262 (N=61). Para mudanças que não sejam de magnitude zero, a mudança pode ser prevista por:

$$Y = 3,9375 + 1,2668\ A \qquad \text{Equação A.20}$$

onde:

Y = mudança no fósforo (ppm)

A = mudança do fósforo por ano, prevista através de regres- são para efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)

(p<0,0001, r=0,50, EP=5,0023, N=45).

MUDANÇAS NO SOLO SEM A QUEIMA

As mudanças do solo sob usos de terra que não sejam a pastagem e que resultam de outros processos além da queimada são apresentados pelas equações que se seguem. As mudanças do solo são para períodos de um ano. As mudanças do pH são dadas por:

$$Y = 1,8594 - 0,4187\ A \qquad \text{Equação A.21}$$

onde:

Y = mudança do pH

A = pH da roça no come,o do ano

(p<0,0001, r=0,48, EP=0,8418, N=270).

Mudanças do alumínio em concentração são dadas por:

$$Y = 4{,}8516 \times 10^{-6} - 1{,}5033 \times 10^{-5} A - 1{,}5132 \times 10^{-4} B \qquad \text{Equação A.22}$$

onde:

Y = mudança do Al^{+++} (meq/100g)
A = Al^{+++} da roça no começo do ano (meq/100g)
B = mudança do pH
($p<0{,}0001$, $r=0{,}53$, EP=$1{,}4465 \times 10^{-4}$, N=97).

A equação acima exclui roças com alumínio igual a zero nas condições tanto de "antes" quanto de "depois".

Para predizer a mudança do fósforo, são necessárias relações separadas dependendo da faixa de valores do nível inicial de fósforo. Para níveis iniciais de fósforo de 1 ppm de fósforo total, a probabilidade de mudança zero é de 0,648 (N=108). Mudanças não zero são dadas por:

$$Y = -3{,}4733 + 1{,}4143 A \qquad \text{Equação A.23}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = mudança do pH da roça no come,o do ano
($p<0{,}001$, $r=0{,}58$, EP=1,9841, N=34).

Mudanças do fósforo (P total) nos casos em que o nível inicial do fósforo está na faixa de 2 - 9 ppm são dadas por:

$$Y = 2{,}1671 + 0{,}97151 A - 1{,}0405 B + 2{,}22395 \times 10^{-2} C \qquad \text{Equação A.24}$$

onde:

Y = fósforo (ppm)
A = mudança do pH
B = fósforo da roça no come,o do ano (ppm)
C = Proporção do tempo que a roça ficou nua ou em culturas anuais
($p<0{,}0001$, $r=0{,}69$, EP=2,5049, N=139).

As mudanças do fósforo nos casos em que o nível inicial do fósforo é de 10 ppm ou mais são dadas por:

$$Y = 6{,}8086 - 1{,}4363 A \qquad \text{Equação A.25}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)

A = nível do fósforo no começo do ano (ppm)

(p=0,0001, r=0,86, EP=6,5830, N=13).

As mudanças do nitrogênio (N total), excluindo as roças em pousío por três anos ou mais, são dadas por:

$$Y = -7{,}0371 \times 10^{-2} - 0{,}77136\,A + 9{,}1644 \times 10^{-2}\,B - 3{,}3756 \times 10^{-5}\,C - 1{,}2951 \times 10^{-2}\,D + 4{,}1763 \times 10^{-5}\,E \qquad \text{Equação A.26}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)

A = nitrogênio inicial (% peso seco

B = carbono inicial (% peso seco)

C = dias em culturas anuais

D = pH inicial

E = dias de pousío

(p<0,0001, r=0,77, EP=$3{,}6064 \times 10^{-2}$, N=114).

A mudança do carbono é dada pela Equação A.27. Nesse caso, em vez de excluir todos as pastagens, foram excluídos as roças com pastagens presentes durante mais de 25% do intervalo de comparação.

$$Y = 0{,}1156 + 4{,}3151\,A - 0{,}52549\,B + 3{,}8721\,C \qquad \text{Equação A.27}$$

onde:

Y = mudança do carbono (% peso seco)

A = mudança do nitrogênio (% peso seco)

B = carbono inicial (% peso seco)

C = nitrogênio inicial (% peso seco)

(p<0,0001, r=0,69, EP=0,21106, N=193).

A equação da mudança do carbono é usada para todas as roças, incluindo as roças queimadas e pastagem.

MUDANÇAS NO SOLO SOB PASTAGEM

As mudanças do solo sob pastagem são simuladas usando-se as seguintes equações. As mudanças incluem o sinal da

mudança. As mudanças do fósforo sob pastagem são dadas por:

$$Y = 1,28 - 0,622\ A \qquad \text{Equação A.28}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = fósforo inicial (ppm)
($p<0,05$, $r=0,76$, $EP=1,23$, $N=10$).

As mudanças do nitrogênio sob pastagem são dadas por:

$$Y = 0,094 - 0,691\ A \qquad \text{Equação A.29}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)
A = nitrogênio inicial (% peso seco)
($p<0,05$, $r=0,73$, $EP=0,059$, $N=10$).

Mudanças do carbono sob pastagem são dadas pela Equação A.30. Deve-se notar que uma distribuição desigual dos valores do carbono inicial torna essa relação não confiável.

$$Y = 0,853 - 0,655\ A \qquad \text{Equação A.30}$$

onde:

Y = mudança do carbono (% peso seco)
A = carbono inicial (% peso seco)
($p<0,05$, $r=0,76$, $EP=0,383$, $N=10$).

Mudanças no pH são dadas por:

$$Y = 3,139 - 0,875\ A - 0,547\ B \qquad \text{Equação A.31}$$

onde:

Y = mudança no pH
A = pH inicial
B = inverso do número de anos no intervalo de comparação
($p<0,01$, $r=0,86$, $EP=0,250$, $N=10$).

O alumínio é calculado usando-se a relação para a qualidade inicial do solo (Equação A.1).

FERTILIZANTES E CALCÁRIO

Os suprimentos de capital e mão-de-obra do colono simulado precisam ser ajustados para a manutenção de culturas perenes e pastagens já estabelecidas no lote. As culturas

estabelecidas são presumidas como mantidas (depois de satisfazer as necessidades de subsistência) independentemente da viabilidade de capital e de mão-de-obra.

A mão-de-obra (total) da família, mão-de-obra masculina e o capital necessários para as operações de manutenção são determinados para cada mês do ano. O déficit em qualquer dos requisitos de mão-de-obra, caso haja algum, é calculado e isso é suprido usando-se mão-de-obra contratada (com deduções apropriadas dos suprimentos de capital) se for possível. Para cacau e pimenta-do-reino, a adubação e calagem para a manutenção depois do ano do plantio são determinadas separadamente na simulação, pois nem todos os colonos reais usam fertilizantes (embora possamos fazer todos os colonos simulados usarem fertilizantes com um conjunto apropriados de probabilidades de fertilização). A decisão de fertilizar o cacau ou a pimenta-do-reino é tomada uma vez por cada lote e ano, no momento da primeira operação de manutenção da cultura envolvida. O valor usado para a probabilidade de fertilização da pimenta-do-reino é de 0,539 (N=26 colonos nos registros do governo: 20 casos do Brasil, ACAR-PARÁ, 1974a). A probabilidade usada para a fertilização do cacau é 0,250, um valor intermediário entre a probabilidade presumida pelo governo de um e a probabilidade de zero indicada pelos dados de campo (N=4).

Se uma cultura perene é fertilizada, presume-se que as dosagens recomendadas pelo governo são seguidas. Se a pimenta-do-reino for fertilizada, as doses são calculadas baseando-se nos níveis de nutrientes no solo do trecho e na idade das plantas de pimenta-do-reino. As dosagens usadas para as várias categorias são mostradas na Tabela A.16. A calagem só é feita no primeiro ano da cultura, também seguindo a dosagem da Tabela A.16.

(Tabela A-16)

TABELA A.16. RECOMENDAÇÕES DO GOVERNO PARA A FERTILIZAÇÃO DE PIMENTA-DO-REINO

Solo Inicial	Ingrediente Ativo da Fertilizante	Dose do ingrediente ativo (kg/ha) Idade da pimenta (anos)			
		1	2	3	4 ou mais
P ≤ 10 ppm	P_2O_5	70	100	150	300
P > 10 ppm	P_2O_5	30	40	50	100
K ≤ 45 ppm	K_2O	60	80	100	200
K > 45 ppm	K_2O	0	0	25	50
N (todos os níveis)	N	40	60	80	100
C (todos os níveis)	torta de algodão[a]	2.222	2.222	2.222	2.222
Al^{+++} ≥ 0,3 meq/100g e: $Ca^{++} + Mg^{++}$ <4 meq/100g	calcário dolomítico	0	0	140	280
Al^{+++}≥ 0,3 meq/100g e: $Ca^{++} + Mg^{++}$ ≤ 4 meq/100g	calcário dolomítico	122	140	280	560
Al^{+++} < 0,3 meq/100g	calcário dolomítico	[b]	0	0	0

FONTE: Brasil, Ministério da Agricultura, IPEAN, 1966; Fearnside, 1980a.
[a]5,71 kg esterco é equivalente a 1 kg de torta de algodão (Albuquerque & Condurú, 1971: 110).
[b]2.000 kg/ha calcário por unidade de Al^{+++} expressa em meq/100g de solo seco ao ar.

Se o cacau for fertilizado, é seguida uma programação semelhante de dosagens de fertilizantes e de calcário, dependendo da qualidade do solo e idade das plantas. Isso é dado na Tabela A.17. Calagem também é feita somente no primeiro ano da cultura.

(Tabela A-17)

TABELA A.17. RECOMENDAÇÕES DO GOVERNO PARA A ADUBAÇÃO DO CACAU.

Análise do Solo Inicial	Ingredientes Ativos da Adubação	IDADE DO CACAU (anos) 1	2	3 ou mais	Percentual do Ingrediente Ativo (a)	Fertilizante
P < 10 ppm	P_2O_5	25	50	100	48	Superfosfato Triplo
P > 10 ppm	P_2O_5	0	10	25	48	Superfosfato Triplo
K < 45 ppm	K_2O	25	50	200	60	Cloreto de Potássio
K > 45 ppm	K_2O	0	10	50	60	Cloreto de Potássio
N todos os níveis	N	10	20	50	20	Sulfato de Amônia
Al^{+++} > 0,2 meq/100 g	calcário dolomítico	2.000 kg/ha por unidade Al^{+++} expresso em meq/100g	0	0	100	Calcário Dolomítico

FONTE: Brasil, IPEAN, 1966.

NOTA: Ingrediente ativo kg/ha.

a) Cruz *et al*., 1976: 6.

O custo do fertilizante e calcário usados é deduzido do capital do colono simulado. Os preços dos fertilizantes e calcário são dados na Tabela A.18. A fertilização é feita antes de calagem; se o colono não tiver capital suficiente para fertilizar um trecho, então não é feita nem a fertilização e nem a calagem. Se um colono fez a fertilização mas não tem dinheiro suficiente para a calagem do trecho, então não é feita a calagem.

(Table A-18)

TABELA A.18. PREÇOS DE FERTILIZANTES E CALCÁRIO EM ALTAMIRA

Item	Data	Preço na Data	Cr75$/kg [a]	Ingrediente Ativo	Percentual do Ingrediente Ativo	Ingrediente Ativo Cr75$/kg
Superfosfato Triplo	10 de abril de 1976	4,70 [b]	2,72	P_2O_5	46 [c]	5,40
Ureia	10 de abril de 1976	4,60 [b]	2,66	N	45 [c]	5,41
Cloreto de Potássio	10 de abril de 1976	2,70 [b]	1,56	K	60 [c]	2,60
Calcário Dolomítico	10 de abril de 1976	0,75 [b]	0,43	Calcário dolomítico	100	0,43
Adubo Orgânico[d]	17 de julho de 1974	0,25 [e]	0,31	Equivalente a esterco de boi	50 [f]	0,61

a) Valores do Cruzeiro corrigidos para 1 de janeiro de 1975, usando-se inflação de 35% ao ano.

b) Preços de Brasil Norte Ltda., Altamira (onde os colonos financiados compram insumos).

c) Coelho & Varlengia, 1972: 1972: 181.

d) Feijão deteriorado e farelo de arroz.

e) Media de Cr$0,30/kg para farelo de arroz e Cr$0,20/kg para feijão deteriorado pago por um colono de descendência japonesa que estava usando 2.222 kg/ha de cada um na pimenta-do-reino.

f) Calculado (para fins de custo) do fato que a dose da mistura de feijão deteriorado e farelo de arroz (nota e) era o dobro ro da dose de esterco recomendada para pimenta-do-reino.

As mudanças nos nutrientes do solo pela fertilização e calagem são feitas quando um trecho é fertilizado ou calado. As mudanças no pH são calculadas de:

$$Y = 0{,}009 + 4{,}05 \times 10^{-4} A \qquad \text{Equação A.32}$$

onde:

Y = mudança do pH

A = a dose de calcário dolomítico em kg/ha

($p<0{,}0001$, $r=0{,}99$, $N=10$).

Os dados para a regressão na Equação A.32 vêm de uma experiência com calcário na Zona Bragantina, onde o solo é latosol amarelo (Ultisol) com um pH inicial de 3,9 (Struchtemeyer et al., 1971: 22). As mudanças do pH para a regressão são 28 dias após a aplicação, e só foram usadas doses de calcário até 8.000 kg/ha (Fearnside, 1978: 549-550). Presume-se um limite máximo de 9,0, acima do qual a calagem não pode elevar o pH.

As mudanças no alumínio do solo provenientes de calagem são calculadas usando-se a mesma regressão do alumínio sobre o pH e conteúdo de argila usada para gerar valores de alumínio para o solo sob floresta virgem (Equação A.1). Os dados das mudanças no alumínio não estão incluídos no relatório dos testes de calagem da Zona Bragantina, embora uma curva desenhada a mão da tendência no alumínio (Struchtemeyer et al., 1971: gráfico 5) indique que é mantida a relação de pH, que é muito semelhante à relação encontrada entre o alumínio e o pH em solo virgem no atual estudo. Os valores para o alumínio são, naturalmente, impedidos de assumirem valores negativos na simulação.

As mudanças no fósforo do solo com a fertilização são calculadas usando-se a regressão dada por:

$$Y = 0{,}0568 A - 6{,}41 \qquad \text{Equação A.33}$$

onde:

Y = mudança no fósforo (ppm)

A = P_2O_5 aplicado (kg/ha)

($p<0{,}0001$, $r=0{,}99$, $N=14$).

Os dados usados para a regressão na Equação A.33 procedem de experiências na zona do cerrado (North Carolina State University, 1974: 89 e 101). É presumido um limite máximo de 100 ppm, acima do qual o fósforo do solo não pode ser elevado através da fertilização.

O fato de que um trecho foi fertilizado é guardado para uso em um ajuste temporário dos níveis de carbono do solo como

um resultado de aplicação de esterco (um efeito que se dissipa depois de um ano) na sub-rotina de produção de pimenta-do-reino.

Somente cacau e pimenta-do-reino são fertilizados na simulação. A pastagem não é fertilizada na simulação, nem é fertilizada pelos colonos reais na rodovia Transamazônica.

EROSãO DO SOLO

A erosão do solo (definida operacionalmente, para os propósitos de modelagem das mudanças da fertilidade do solo, como o abaixamento da superfície do solo) pode ser prevista baseando-se na declividade, informações meteorológicas e composição do solo. Essa medida de erosão realmente inclui também a compactação do solo, mas isso não diminui a utilidade da medida na previsão das mudanças da fertilidade, pois as mudanças na fertilidade, como podem ser demonstradas empiricamente (através da análise de regressão) são relacionadas a essa medida de erosão entre outros fatores.

A erosão foi medida na área usando-se uma série de 47 quadras de estacas (Fearnside, 1980c). Cada quadra era um conjunto de 15 pedaços de cano de plástico enfiado no chão com uma fenda cortada na estaca na altura da superfície. A queda ou elevação no nível do terreno poderia então ser medida mais tarde usando-se uma régua.

As taxas de erosão dependem do uso da terra. Foi considerado o uso da terra aquele existente no dia em que foi registrada a chuva máxima em um período de 24 horas. A média da erosão ao nível de quadra em locais ou de terra nua (menos de 60 dias sem cultivo) ou em roças de culturas anuais de tipos diferentes (arroz, milho, mandioca e feijão Phaseolus) foram todas semelhantes. A regressão usada na simulação para quadras nessas condições é dada por:

$$Y = 0{,}164\ A + 1{,}88 \times 10^{-3}\ B + 1{,}43 \qquad \text{Equação A.34}$$

onde:

Y = erosão da quadra (mm/ano)
A = declive da quadra (%)
B = chuva enquanto a terra for nua ou sob culturas anuais (mm)
($p<0{,}0001$, $r=0{,}89$, EP=2,13, N=17 médias de quadras).

Para outros usos foi usada a erosão em estacas individuais. Declive da estaca (declives sobre distâncias de 30 cm) é relacionada ao declive da quadra (declives sobre distâncias de cerca de 20 m) por:

$$Y = 0{,}462\ A + 313 \qquad \text{Equação A.35}$$

onde:

Y =

declive da estaca (%)

A = declive da quadra (%)

($p<0,001$, $r=0,89$, EP=4,94, N=705 estacas, 47 quadras, gl=45).

A erosão sob pimenta-do-reino é dada por:

$$Y = 0,712\ A + 6,05 \qquad \text{Equação A.36}$$

onde:

Y = erosão da estaca (mm/ano)

A = declive da estaca (%)

($p<0,001$, $r=0,55$, EP=6,10, N=39 estacas).

As medições de erosão nas estacas durante o período de observação, o qual foi de cerca de um ano em todos os casos, são mostradas na Tabela A.19 para usos de terra para os quais as regressões não puderam ser desenvolvidas.

(Tabela A.19)

TABELA A.19. QUEDAS NO NÍVEL DO SOLO SOB OUTROS USOS

Uso da Terra	Média (mm/ano)	DP	N (estacas)
Mato (2-8 meses de pousío)	8,1[a]	5,4	56
Vegetação secundária (> 8 meses de pousío)	6,9[a]	8,7	68
Pastagem	6,7[a]	11,8	105
Cacau jovem	10,0	8,3	40
Floresta Virgem	7,5[b]	5,1	75

FONTE: Fearnside, 1980e (1980c).

[a]Médias que não são significativamente diferentes. Variâncias diferem significativamente ($p < 0,0001$, $F = 25$, $gl = 3, 144.710$).

[b]Acredita-se que seja alta.

Produções das Culturas

MILHO

A regressão da produção de milho e os multiplicadores associados a esta são derivados de um conjunto inicial de dados de 224 roças de milho. Isso foi primeiro selecionado para remover as roças com: 1) áreas de menos de um hectare; 2) dados questionáveis devido a contradições percebidas ou imprecisão nas respostas dos colonos; 3) casos onde as amostras de solo não vieram do local da roça mas de um local próximo semelhante com história idêntica; e 4) casos com dados incompletos para quaisquer variáveis de regressão: pH do solo, densidade do plantio, densidade de arroz consorciado e densidade de mandioca consorciada. Categorias excluídas de dados válidos foram os casos com danificação por ratos das densidades 3 ou 4, casos com anotação de germinação pobre; e casos com anotação de doenças.

Nos casos em que a densidade do plantio do milho não era conhecida a partir de medições diretas de campo, a densidade foi estimada usando-se uma regressão de densidade sobre o peso das sementes plantadas por hectare, forçada através da origem. Essa regressão é dada por:

$$Y = 414{,}88\ A \qquad \text{Equação A.37}$$

onde:

Y = densidade do plantio do milho (plantas/ha).
A = sementes plantadas (kg/ha).
($p<0{,}0001$, $r=0{,}65$, EP=56,40, N=75).

Para a regressão que prevê as produções de milho a partir de informação de solos e consorciação, as produções de milho são dadas diretamente em kilogramas por mil plantas. Os valores do pH são ajustados para 6,0 de acordo com o modelo de resposta linear e platô (Waugh et al., 1975).

A equação de regressão para a previsão da produção do milho é dada por:

$$Y = 125{,}46\ A - 2{,}92 \times 10^{-2}\ B - 2{,}22 \times 10^{-2}\ C - 8{,}16 \times 10^{-4}\ D - 330{,}00 \qquad \text{Equação A.38}$$

onde:

Y = produção de milho (kg/1.000 plantas)
A = pH (ajustado para 6,0)
B = densidade do plantio do milho (plantas/ha)

C = densidade de mandioca consorciada (plantas/ha)
D = densidade de arroz consorciado (plantas/ha)
($p<0,05$, $r=0,65$, EP=151, N=28).

FEIJÃO PHASEOLUS

A densidade do plantio em plantas por hectare é gerada a partir da regressão na Equação A.39, a qual é forçada através da origem:

$$Y = 1602,8\ A \qquad \text{Equação A.39}$$

onde:
Y = densidade do "feijão" Phaseolus ou Vigna) (plantas/ha)
A = peso das sementes plantadas (kg/ha)
($p<0,0001$, $r=0,82$, EP=55.966, N=28).

(Tabela A.20)

TABELA A.20. RESUMO DAS VARIÁVEIS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO *PHASEOLUS*

Item	Média	Desvio Padrão	N
Sementes plantadas (kg/ha)	29,18	26,15	112
Densidade do Plantio (plantas/ha)	52.666	49.036	114
Milho Consorciado:			
freqüência	11,7%		120
densidade do milho (plantas/ha)	1.698,4	3.688,2	13
Freqüência do plantio em solo previamente plantado quando solo virgem é disponível	9,1%		55

A regressão acima foi executada juntando-se 20 roças de Phaseolus e 8 de Vigna. Quando se executaram regressões semelhantes com o conjunto menor de dados para Phaseolus somente, foi obtido um coeficiente de 1.595,5 ($p<0,0001$, $r=0,82$, EP=257,15, N=20).

Os dados para a regressão da produção de Phaseolus e ajustes associados vem de um conjunto de dados originais de 120 roças de Phaseolus. Isso foi selecionado para remover roças com uma área menor do que um hectare; dados questionáveis (contradições observadas ou imprecisão nas respostas dos colonos) para produção, doenças ou áreas e dados incompletos para produção, densidade, densidade de milho consorciado, doença ou pH do solo. As categorias excluídas dos dados válidos foram as roças com doença de qualquer intensidade e roças com relatório de germinação pobre. Para uso na regressão, foram ajustados os valores do pH para 5,7. O valor crítico de pH 5,7 vem de Coelho & Verlengia (1972: 133). A produção de Phaseolus é dada por:

$$Y = 267,64 - 69,765\ A + 13,777\ B - 1,50 \times 10^{-3}\ C \quad \text{Equação A.40}$$

onde:

Y = produção de Phaseolus (kg/kg semente plantada)
A = densidade do plantio ($\log_{10}$ plantas/ha)
B = pH (ajustado para 5,7)
C = densidade de milho consorciado (plantas/ha)
($p<0,05$, $r=0,79$, EP=29,80, N=13).

(Tabela A.21)

TABELA A.21. RESUMO DAS CONDIÇÕES EXCLUÍDAS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO *PHASEOLUS*

Item	Média	Desvio Padrão	N
Germinação pobre:			
freqüência	5,8%		120
efeito sobre produção[a]	1,002		1
Doença:			
freqüência			
geral	67%		115
solo virgem	78%		50
previamente plantado	100%		5
Efeito sobre a produção	0,3496	0,5728	32

[a]Foi tomada uma decisão *a priori* para excluir germinação pobre de todas as regressões de produção das culturas.

FEIJÃO-DE-CORDA VIGNA

A regressão da produção e valores multiplicadores são derivados de uma série de dados consistindo de 34 roças de Vigna. Isso foi selecionado pela eliminação das roças com uma área de menos de 0,5 ha; dados questionáveis para produção, densidade ou área; casos onde a amostra não veio de uma roça de Vigna mas de uma roça próxima com uma história idêntica; roças com uma produção calculada antes de ensacar (nenhum caso real); e roças com dados incompletos para produção, área, doença, ou pH do solo. Categorias excluídas dos dados válidos foram: roças com doença de qualquer intensidade; roças com problemas de germinação relatados (nenhum caso real); e roças com ataque de coelhos de intensidade 3 ou 4 (pesado e muito pesado).

Para o propósito de modelagem, os valores simulados do pH foram ajustados para 6,0. Nenhum caso real na série de dados usados para a regressão de produção tinha valores de pH tão altos, assim não foram feitos ajustes na análise dos dados. A regressão para prever as produções de Vigna são dados por:

$$Y = 20{,}81\ A - 84{,}40 \qquad \text{Equação A.41}$$

onde:

Y = produção de Vigna (kg/kg semente plantada)

A = pH (ajustado para 6,0)

(p=0,054, r=0,87, EP=13,895, N=5).

(Tabela A.22)

TABELA A.22. RESUMO DAS VARIÁVEIS E DAS CONDIÇÕES EXCLUÍDAS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO-DE-CORDA *VIGNA*

Item	Média	Desvio Padrão	N
	Variáveis		
Sementes plantadas (kg/ha)	8,10	7,82	30
	Condições excluídas		
Doença			
freqüência	14,3%		28
efeito sobre a produção	0,0876		1
Coelhos (intensidade 3 or 4)			
freqüência	17,65		34
efeito sobre a produção	0,677		1
Germinação pobre			
freqüência	0%		
efeito sobre a produção	?		

MANDIOCA BRAVA

O período de crescimento da mandioca brava (amarga) é gerado, ou seja, obtido na simulação, a partir do período médio de crescimento de 472 dias e desvio padrão de 193 dias (N=64). Para períodos de crescimento de menos de um ano o multiplicador do período de crescimento é gerado a partir da proporção média da produção de mandioca com 1-2 anos de idade: 31,8 (DP=0,40, N=7). O multiplicador médio correspondente para roças com mais de dois anos de idade é 0,40 (DP=3,7, N=3).

Os dados para os cálculos dos multiplicadores e da regressão da produção da mandioca brava vêm de uma série inicial de dados de 64 roças. Isso foi selecionado para eliminar roças com menos de 0,5 ha de área e roças com dados incompletos para período de crescimento, produção ou área. Categorias excluídas dos dados válidos para a regressão foram as roças com crescimento de menos de um ano e mais de dois anos. Não foram executados ajustes ou transformações nos dados usados na regressão, mas os valores do pH foram ajustados para 5,0 na simulação pois esse foi o maior valor de pH presente na série de dados selecionados. Esse é também um valor razoável para o pH crítico acima do qual maiores elevações não vão melhorar a produção de mandioca. Sabe-se que os valores do pH do solo abaixo de 5,0 reduzem a produção (Almeida & Canúchio Filho, 1972: 160).

A regressão para prever a produção de mandioca brava foi dada por:

$$Y = 4.124,4\ A - 17.369 \qquad \text{Equação A.42}$$

onde:

Y = produção de mandioca brava (kg farinha/ha/12 meses de crescimento)

A = pH (ajustado para 5,0

($p<0,05$, r=0,93, EP=414,22, N=5).

MACAXEIRA (MANDIOCA DOCE)

O período de crescimento da macaxeira é gerado (média=471 dias, DP=103, N=11). Então o pH é ajustado para 5,0, sendo esse valor crítico o mesmo que o usado no caso da mandioca brava. Os dados para o ajuste do período de crescimento e regressão para a previsão da produção de macaxeira são tirados de uma série de dados iniciais de 13 roças de macaxeira. A série de dados foi selecionada para eliminar as roças com áreas de menos de 1,0 ha. Foi requisitada uma área mínima maior para a macaxeira do que para a mandioca brava devido ao vício em roças pequenas por causa da prática de colher a

macaxeira de pouco em pouco para comer cozida ou usar na alimentação de porcos. Infelizmente, não somente precisa-se de áreas maiores para dados confiáveis mas, como as plantações de macaxeira são geralmente menores do que no caso de mandioca brava, muitas roças foram eliminadas. Foram também eliminados quaisquer roças com dados incompletos sobre produção, período de crescimento, área ou pH. Categorias de dados válidos que foram excluídos da regressão eram as roças com um período de crescimento de menos de um ano e as roças com períodos de crescimento de mais de dois anos (esta última condição não existiu em nenhum caso real). A regressão obtida foi dada por:

Y = 587,53 A - 1.559,2	Equação A.43

onde:

Y = produção de macaxeira (kg farinha/ha/12 meses de crescimento)

A = pH (ajustado para 5,0)

(p=0,26, r=0,92, EP=81,50, N=3).

Existem várias razões para o uso da regressão acima apesar da falta de significância estatística e do pequeno número de observações. A regressão faz um paralelo com os resultados para mandioca brava, exceto que as produções da macaxeira são mais baixas. A regressão também confirma impressões de campo.

Em 15 por cento dos casos onde o período de crescimento é menor do que um ano, o multiplicador do período de crescimento (média=3,77, DP=3,74, N=2) ajusta as produções para refletir a taxa de crescimento mais rápido dos tubérculos durante o primeiro ano de crescimento.

PASTAGEM E GADO

A relação usada para a predição da produção do capim colonião Panicum maximum) a partir do fósforo do solo para uso em modelagem foi derivada de experiências feitas com uma outra espécie de capim, braquiária Brachiaria decumbens) em Belém (Serrão et al., 1971). O solo no local das experiências em Belém, era também um latosol amarelo (Ultisol), baixo em fósforo (2 ppm). Para derivar o valor da produção base usada (303,0 kg peso seco/ha/ano), foi feita uma correção para a diferença de produção entre Brachiaria decumbens e Panicum maximum usando-se um fator de 1,12 (Viégas & Kass, 1974: 33).

Foram calculadas as produções como proporções da produção base de capim. A produção base representa o que seria esperado para Panicum maximum em Altamira no solo com um nível de fósforo total de 2 ppm.

A correção usada para a competição de plantas invasoras vem de dados disponíveis a partir de experiências com Brachiaria feitas em Belém, que permitem o calculo da

proporção do peso seco total composto por ervas não comestíveis em anos sucessivos sob pasto não fertilizado (Simão Neto et al., 1973: 9). As proporções para os anos quarto e quinto foram presumidos (otimisticamente) como sendo iguais aos do terceiro ano. A produção simulada de peso seco de capim é então convertida em produção de carne. Isso é feito primeiro pela conversão do peso seco de capim para nutrientes digeríveis totais, usando-se um fator de 0,54 (baseando-se em Vicente-Chandler, 1975: 424, ver Fearnside, 1979a). A produção dos nutrientes digeríveis totais/ha/ano podem ser convertidos para ganho de peso vivo do gado/ha/ano usando-se um fator de 0,14, baseando-se em um fator de conversão usado por Vicente-Chandler (1975: 424) para o cálculo reverso a partir do ganho de peso vivo para a produção de pasto, atribuída ao "Pasture Research Committee, 1943". As capacidades alimentares podem ser calculadas do peso médio do abate na Amazônia de 330 kg e a idade média para o abate de quatro anos (Nascimento & Moura Carvalho, 1973: III-B-32).

Para alcançar esse peso em quatro anos o gado precisa crescer à uma taxa de 82,5 kg/cabeça/ano. Uma capacidade de alimentação ao longo de três anos, calculada ao nível de fósforo do solo de 2 ppm, seria derivada da produção base multiplicada pelos efeitos da competição de plantas invasoras de acordo com idade da pastagem, tirando-se a média dos três anos e convertendo-a para nutrientes digeríveis totais, produzindo uma média de três anos de 187 kg de nutrientes digeríveis totais/ha/ano para Panicum maximum na rodovia Transamazônica. Convertida para ganho de peso vivo, a produção de carne seria de 26,2 kg ganho de peso/ha/ano, como média referente ao período de três anos. Esta produção, dividida pelos 82,5 kg/cabeça/ano, que seria aquilo que o gado precisa ganhar para alcançar o peso de abate programado, dá uma capacidade de alimentação de três anos de 0,32 cabeças/ha. Se as "unidades animais" de 350 kg cada são usadas em lugar dos 330 kg peso por "cabeça" aqui, as capacidades de alimentação correspondentes serão abaixadas em 6,1%.

O peso seco de capim produzido por hectare é calculado a partir da produção base do pasto, o efeito do ano e o coeficiente e constante da regressão da produção do pasto sobre o fósforo (Fearnside, 1979a). A regressão sobre o fósforo é dada por:

$$Y = 4{,}84\ A \qquad \text{Equação A.44}$$

onde:

Y = (produção do pasto com fósforo/produção do pasto sem fósforo) - 1,0

A = fósforo (ppm) - 2,0

Obs: a faixa do fósforo é $0<A<8$ ppm ($p<0{,}01$, $r=0{,}82$, $EP=1{,}27$, $N=8$).

A regressão na Equação A.44 é baseada sobre dados a

partir de uma experiência de fertilização em Brachiaria decumbens em Belém (Serrão et al., 1971). As produções são calculadas para as parcelas fertilizadas, no momento de cada uma das oito cortes do capim nas parcelas experimentais como proporções das produções correspondentes na parcela com o mesmo tratamento, exceto pela adição de fósforo. O valor crítico para a resposta de fósforo foi estimado em 10 ppm usando-se a resposta mais forte de fósforo a partir de testes de fertilização de Brachiaria feitos em Brasília (North Carolina State University, 1974: 101), e os níveis de fósforo acima disso foram considerados como tendo o mesmo efeito que o valor crítico de acordo com o modelo de resposta linear e platô (Waugh et al., 1975). Todos os valores de fósforo usados na conversão foram convertidos para valores em excesso do nível de fósforo na condição não fertilizado (2,0 ppm), e as produções foram expressas em proporções da produção da parcela testemunha para que a regressão pudesse ser forçada através da origem. As relações da produção da pastagem com os efeitos das plantas invasoras e do fósforo são combinadas para dar:

$$Y = A\,(4{,}84\,B - 8{,}68)\,C \quad \text{para fósforo} < 10 \text{ ppm}$$

$$Y = 39{,}72\,A\,C \quad \text{para fósforo} \geq 10 \text{ ppm} \qquad \text{Equação A.45}$$

onde:

Y = produção de pasto (kg peso seco/ha/ano)
A = produção base (valor esperado para o primeiro ano em kg peso seco/ha para Panicum maximum a 2 ppm fósforo; aqui igual a 303 kg/ha/ano)
B = fósforo do solo (ppm)
C = fator ano (decréscimo proporcional a partir da produção do primeiro ano, devido à invasão de plantas invasoras). Valores: primeiro ano: 1,00; segundo ano: 0,63; terceiro ano: 0,49; quarto ano: 0,49; quinto ano: 0,49.

O ganho de peso vivo do gado é calculado a partir da produção do peso seco do pasto multiplicando-se isso pelo ganho de peso por kg de nutrientes digeríveis totais (0,14) e nutrientes digeríveis totais como uma proporção do peso da matéria seca (0,54).

PIMENTA-DO-REINO

As produções de pimenta-do-reino são previstas a partir de uma regressão múltipla sobre o pH, carbono e fósforo do solo (Fearnside, 1980a), baseando-se em dados dos testes de fertilizantes da EMBRAPA em Belém (Albuquerque & Condurú, 1971: 110). Os níveis de nutrientes do solo nas parcelas com

diversos tratamentos de fertilizantes tinham que ser estimados a partir de análises feitas sobre outras experiências que eram conduzidas no mesmo local. Foram usados valores para nutrientes do solo da parcela testemunha de Serrão et al., (1971: 10): pH = 4,7, íons de alumínio = 1,2 meq/100g, carbono = 0,94%, nitrogênio = 0,07%, fósforo assimilável = 4 ppm. Os métodos de análise do solo foram os mesmos que os usados para as amostras tiradas na rodovia Transamazônica para o atual estudo de capacidade de suporte. Os valores críticos usados no ajuste dos altos valores de nutrientes na análise dos dados e na simulação foram: pH = 5,5 (Albuquerque & Condurú, 1971: 98), fósforo = 10 ppm (o nível para "alta" fertilidade usado pela EMBRAPA para recomendações de fertilização de pimenta: Brasil, IPEAN, 1966), carbono = 2,0%. O valor do carbono foi escolhido acima do valor crítico de 1,2% que aplica para a maioria das culturas (Catani & Jacintho, 1974: 33-34) devido às fortes respostas de produção obtidas com aplicação de esterco (Albuquerque & Condurú, 1971: 110) apesar do alto nível (0,94%) do carbono que aplica para o tipo de solo (Serrão et al., 1971: 10). As produções nos testes de fertilizantes foram convertidas para proporções de produção máxima para o ano. A regressão é dada por:

$$Y = 0{,}292\ A + 0{,}383\ B - 0{,}0552\ C - 2{,}119 \qquad \text{Equação A.46}$$

onde:

Y = produção de pimenta-do-reino (proporção de produção máxima para o ano)
A = pH (ajustado para 5,5)
B = carbono (% peso seco, ajustado para 2,0)
C = fósforo (ppm, ajustado para 10,0)
($p<0{,}0001$, $r=0{,}86$, $EP=0{,}187$, $N=24$).

A variabilidade é introduzida na simulação através do erro padrão da estimativa (EP). Os ajustes da produção prevista-por-regressão para refletir as expectativas em Altamira são feitas multiplicando-se a produção prevista na sua forma como uma proporção da produção máxima por um valor oficial para as produções fertilizadas esperadas, nesse caso 5.500 kg sementes secas/ha (Albuquerque et al., 1973: 26). Os efeitos do ano usados para ajustar para o efeito de plantas imaturas foram: 1 ano = 0,00; 2 anos = 0,40; 3 anos = 0,80; 4 ou mais anos = 1,00 (Albuquerque et al., 1973: 26). As plantas na simulação morrem na idade de 12,5 anos, o ponto central da estimativa de Morais (1974b: 7,5) de 10 - 15 anos de expectativa de vida.

O efeito da doença Fusarium é incorporada através de um multiplicador que expressa a proporção da produção esperada de plantas saudáveis. é usado um valor de 0,5, baseado na pressuposição de que as plantas são mortas a uma taxa constante quando um trecho é atacado, e que as plantas

individuais morrem instantaneamente. A probabilidade por ano do estabelecimento de Fusarium em uma dada área onde ainda não tenha se estabelecido é 0,206 (tempo médio para entrar = 3 anos, N=2 áreas); a probabilidade de ataque a um dado trecho onde a doença se encontra estabelecida na área é calculada em 0,293 (médio de anos para que ocorra = 2), e a probabilidade de que um trecho seja morto dado que esteja doente é calculado em 0,206 (médio de anos para que ocorra = 3) (Fearnside, 1980a).

Alocação do Produto

RENDA NÃO AGRÍCOLA

A caça é uma fonte suplementar de renda para aqueles colonos cujo histórico cultural leva-os a se dedicarem a essa atividade. Se um colono simulado é um caçador, a caça precisa ser calculada para o lote, o suprimento de mão-de-obra do colono precisa ser ajustado para o tempo gasto em caçar, e a caça vendida a outros colonos precisa ser contada com complementações apropriadas ao suprimento de dinheiro do caçador para as receitas das vendas.

A caçada só é feita durante o período no qual as populações de caças são consideradas sobreviventes a um nível que vai contribuir com uma quantidade significativa para o suprimento de carne do colono. O valor usado para o fim da caçada é de 15 anos, baseado na descoberta de Smith de que a Agrovila Coco Chato, perto de Marabá, assentada há quinze anos antes, teve uma produção de caça de somente 761 kg/ano (1976b: 171 - 173). Um valor alternativo seria de 21 anos, o ponto no qual a produção seria zero na atual taxa de declínio.

O esforço total gasto na caçada para o ano é calculado de:

$$Y = 84,00 - 2,00\ A \qquad \text{Equação A.47}$$

onde:

Y = esforço de caçada total para o ano (dias de homem/caçador/ano)

A = número de anos desde o começo da caçada (desde o come,o da simulação).

(Tabela A.23)

TABELA A.23. FREQÜÊNCIAS DOS TIPOS DE MÃO-DE-OBRA EXTERNA

Tipo de colono	Tipo de Mão-de-Obra: Diarista	Empresário	Governo ou profissional externo	Mulheres ou crianças que trabalham	Probabilidade de não haver trabalho	Número de observações
Empresário	0,33	0,33	0,17	0,17	0,00	6
Agricultor independente	0,11	0,29	0,00	0,11	0,49	28
Agricultor artesão	0,38	0,04	0,17	0,04	0,37	24
Agricultor trabalhador	0,39	0,09	0,06	0,09	0,37	65

Diferenças entre os tipos de trabalho: $p < 0,0001$, $x^2 = 52,9$, gl = 18, N=121.

(Tabela A.24)

TABELA A.24. MAO-DE-OBRA EXTERNA: DIAS GASTOS E GANHOS POR TIPO DE TRABALHO

	MAO-DE-OBRA TOTAL			MAO-DE-OBRA MASCULINA			GANHOS		
Tipo de Mão-de-obra	Média(a)	DP	N	Media(a))	DP	N	Media	DP	N
Diarista	30,6	41,5	93	30,6	41,5	93	16,25(b)	(0)	Nota c
Empresário	17,5	12,0	2	17,5	12,0	2	0,0920(d)	0,7754	5
Governo/ Profissional	34,0	22,9	3	34,0	22,0	3	8.420,5(e)	6.929,8	7
Mulheres e crianças que trabalham.	217,4	205,2	7	108,9	229,4	7	6.346,2(e)	6.929,8	7

a) Mão-de-obra em dias de homem em/lote/ano gastos em cada tipo de mão-de-obra, dado que um colono se ocupe nessa mão-de-obra. Mão-de-obra masculina é para homens com 18 anos ou mais.

b) Ganhos de pagamentos diários em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/dia de homem adulto.

c) Media de 1 de 12 meses a taxa corrente em 1975 (também usada para entrada como "custo de mão-de-obra"); 9 meses a Cr$15/dia de homem e 3 meses (derrubada) a Cr$20/dia de homem (sem a comida ser incluída). O desvio padrão é presumido como sendo zero, pois não há muita variação de pagamentos entre os lotes em qualquer época do ano.

d) Retorno dos ganhos sobre investimentos em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/cruzeiro de janeiro de 1975 investido, considerando-se como investimento tanto o capital quanto os bens de capital agregados.

e) Ganhos em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/ano.

(Tabela A.25)

TABELA A.25. DINHEIRO ENVIADO E RECEBIDO DE FORA DA ÁREA

Evento	Probabilidade por ano	N (anos de colono)	Valor, dado > 0 (Cr75$/ano) Média	DP	N
Dinheiro recebido de fora	0,053	263	17.788	20.344	9
Dinheiro enviado para fora	0,011	263	492	121	3

Nota : US$1 = Cr75$7,4 (Cruzeiros de 01/01/75).

Equação A.47 é derivada de dados sobre esforços de caçadas coletados por Smith (1976b: 171-173, 195) em duas agrovilas, três e quinze anos depois do assentamento, respectivamente. A produção de caça por dia de homem é calculada de:

$Y = 14,13 - 0,68\ A$	Equação A.48

onde:

Y = produção de caça em kg/dia de homem
A = esforço de caça em dias de homem.

A Equação A.48 é derivada das observações de Smith (1976b: 171-173), que em uma agrovila com três anos de idade o esforço era de 373 dias de homem/agrovila/ano ou 78 dias/caçador/ano a 3,5 caçadores/agrovila, enquanto em uma agrovila em um local que havia sido assentada há quinze anos, o esforço era de 190 dias de homem/agrovila/ano ou 54 dias/caçador/ano, que produz no assentamento mais recente 12,1 kg/dia de homem versus 4,0 kg/ dia de homem no assentamento mais antigo.

Em seguida é calculada a necessidade de subsistência para caça e para o mês. A necessidade de subsistência por mês em peso de carne limpa é a necessidade de subsistência para carne de qualquer tipo (kg/pessoa/ano) dividido pelos 12 meses e multiplicado pelo tamanho da família. A necessidade de subsistência para carne é discutida na seção sobre alocação do produto no Capítulo 4.

O esforço despendido na caça em cada mês do ano é determinado, com ajustes apropriados feitos nos suprimentos de mão-de-obra (total) da família e mão-de-obra masculina. Todo o trabalho de caça é considerado trabalho masculino. O esforço de caça de cada mês é calculado a partir do esforço anual total de caça para o lote e a proporção do esforço de caçada que recai em cada mês. Essas proporções foram calculadas a partir dos dados fornecidos por Smith (1976b: 357) para o esforço de caçada na Agrovila Nova Fronteira, 90 km ao oeste de Altamira. As proporções são: janeiro: 0,026; fevereiro: 0,082; mar,o: 0,084; abril: 0,148; maio: 0,104; junho: 0,108; julho: 0,124; agosto: 0,136; setembro: 0,016; outubro: 0,014; novembro: 0,072; dezembro: 0,086.

O peso de caça obtido cada mês é calculado como o esforço utilizado no mês vezes a produção por dia de homem de esforço de caçada. Esse valor para peso vivo de caça apanhada é ajustado para se obter o valor para o peso de carne limpa presumindo-se um fator de desperdício da caça de 0,40 (Smith, 1976b: 173). O peso de caça limpa capturada em cada mês é comparado com a necessidade de subsistência por caça por mês. Se a quantidade capturada no mês é menor ou igual à necessidade de subsistência, então toda a caça é comida e

nenhuma é vendida. Se o apanhado é suficiente para satisfazer as necessidades de subsistência, então qualquer excedente de caça é acrescentado ao estoque disponível de caça da comunidade para ser comprada por outros colonos.

DETERIORAÇÃO DE PRODUTOS

(Tabela A.26)

TABELA A.26. DETERIORAÇÃO DE PRODUTOS ESTOCADOS

Item	Conservados para consumo ou venda: Proporção média deteriorada	Conservados para consumo ou venda: Desvio padrão	Conservados para consumo ou venda: N	Conservados para uso como sementes: Proporção média deteriorada	Conservados para uso como sementes: Desvio padrão	Conservados para uso como sementes: N
Arroz	0,180	0,250	39	0,10	0,17	5
Milho	0,275	0,286	21	0	(0)	1
Phaseolus	0,051	0,092	13	0	(0)	1
Vigna	0	0	3	0	(0)	1
Mandioca brava	0	0	(presumida)	não aplicável		
Macaxeira	0	0	(presumida)	não aplicável		
Cacau	0	0	(presumida)	não aplicável		
Pimenta-do-reino	0	0	(presumida)	não aplicável		

TRANSPORTE PARA MERCADOS

Dado que o transporte seja disponível, o transporte de produtos para o mercado (CIBRAZEM) custa uma média de Cr75$0,12/kg (DP=0,08, N=11 colonos). Se os colonos vendem seus produtos ao Banco do Brasil, eles precisam fazer viagens ao Banco na cidade de Altamira (50 km de distância) para receber o pagamento. O custo médio de cada viagem é de Cr75$37,54 (DP=33,32, N=6). É feita a pressuposição otimista de que são necessárias somente duas viagens para receber o pagamento.

(Tabela A.27)

TABELA A.27. DISPONIBILIDADE DE TRANSPORTE

Zona	Probabilidade que o lote se localiza na zona[a]	Probabilidade de não haver Transporte para o Mercado: 3 Anos iniciais	Anos posteriores	N (km)
1.) Beira da estrada principal	0,26	0,00	0,00	15,00
2.) 10 km iniciais das estradas vicinais	0,40	0,16	0,00	16,75
3.) Fim das estradas vicinais	0,34	1,00	0,23	11,50

[a]Proporção de 232 lotes destinados aos colonos na área em estudo (excluindo as 4 agrovilas).

COMPRA E VENDA DE PRODUTOS

Nem todos os produtos são vendidos ao Banco do Brasil. Foram usadas as freqüências de 1975 de venda ao banco na simulação. A probabilidade de venda de arroz ao Banco foi 0,433 (N=12 colonos), milho foi 0,000 (N=3), e Phaseolus foi 0,000 (N=1). As outras culturas não são compradas pelo banco em Altamira, mesmo que o colono quisesse vendê-las. Quando as colheitas são vendidas ao banco, além do custo das viagens para receber o pagamento, o Banco automaticamente deduz os pagamentos do saldo devedor e do juro devido de empréstimos prévios.

(Tabela A.27a)

TABELA A.27a. PREÇOS DOS PRODUTOS

Produto	Compra (Cr75$/kg)[a]			Venda (Cr75$/kg)[a]		
	Média	DP	N	Média	DP	N
Arroz (com casca)	2,44	0,84	12	1,25	0,24	10
Milho (grãos)	0,85	0,13	3	0,74	0,24	2
Feijão *Phaseolus*	10,62	4,15	12	3,64	1,17	3
Feijão-de-corda *Vigna*	8,85	(3,46)	--[b]	3,02	0,98	--[b]
Mandioca brava (farinha)	2,90	0,60	13	1,87[c]	(0,00)	1
Macaxeira (farinha)	2,90	0,60	--[d]	1,87[c]	(0,00)	--[d]
Cacau (amêndoas secas)	--	--	--	6,00	(0,00)	oficial
Pimenta-do-reino	--	--	--	7,52	(0,00)	1
Caça (peso limpo)	9,23	2,18	5	9,23	2,18	5
Carne enlatada	14,93	4,53	8	--	--	--

[a]US$1 = Cr75$7,4 (cruzeiros de 01/01/75).

[b]Calculado a partir do preço de *Vigna* em relação aos preços de *Phaseolus* em 15 de fevereiro de 1975, quando *Vigna* vendeu por 83,3% do preço das variedades de *Phaseolus* de grãos pequenos (tais como "preto") ou 62,5% do preço das variedades de grãos grandes (tais como "jalo").

[c]Antes da dedução de 30% para o uso do equipamento para a fabricação da farinha (casa de farinha).

[d]Macaxeira (mandioca doce) presumida igual à mandioca brava.

NECESSIDADES DE SUBSISTÊNCIA PARA PRODUTOS AGRÍCOLAS

As quantidades de subsistência de cada cultura tem sido baseadas no ponto médio das quantidades de cultura consumidas pelos compradores e vendedores de culturas entrevistados durante o trabalho de campo. Para arroz (com casca), os compradores consumiam uma média de 105,5 kg/pessoa/ano (DP=57,0, N=16), e os vendedores consumiam uma média de 175,7 kg/pessoa/ano (DP=82,3, N=3). A necessidade de subsistência usada para arroz foi portanto 140,6 kg/pessoa/ano. No caso do milho não houve vendedores na série de dados. A média para compradores foi 195,5 kg/pessoa/ano (DP=264,8, N=4), que foi usado como a necessidade de subsistência para milho (incluindo milho empregado para alimentar galinhas). Isso corresponde a 14,55 kg de frango comido por pessoa por ano, ou uma cultura em pé de 23,84 aves/capita ou 143,07 aves para uma família de seis pessoas. Isso é mais alto do que o bando médio observado de 51,3 galinhas/família (DP=35,3, N=8). Isso é parcialmente compensado pela omissão do arroz como ração de galinhas na simulação. Para "feijão" (tanto Phaseolus como Vigna) a média de consumo entre compradores foi 43,9 kg/pessoa/ano (DP=19,6, N=12), e entre vendedores foi 34,6 kg/pessoa/ano (N=1). Foi usado o ponto médio de 39,3 kg/pessoa/ano como a necessidade de subsistência para "feijão". Para mandioca (tanto mandioca brava como macaxeira), compradores comem uma média de 43,4 kg/pessoa/ano de farinha (DP=31,8, N=13), enquanto vendedores comem 80,0 kg/pessoa/ano (N=1). Foi usado o ponto médio de 61,7 kg/pessoa/ano de farinha como a necessidade de subsistência para mandioca.

NECESSIDADE DE DINHEIRO PARA SUBSISTÊNCIA

A necessidade de dinheiro para subsistência inclui dinheiro para compras para satisfazer qualquer deficiência em estocagem de sementes caso os estoques guardados da própria produção do lote sejam insuficientes. Uma necessidade de dinheiro para subsistência existe também para itens que não podem ser produzidos no lote, tais como roupas, remédios e transporte. A necessidade de dinheiro para subsistência para esses itens totaliza Cr75$1.615,30/pessoa/ano, sendo composto de Cr75$293,53 para vestuário (DP=297,21, N=8 colonos), Cr75$129,91 para querosene, fósforos, sabão, etc., (DP=129,91, N=11), Cr75$145,63 para medicamentos (DP=214,47, N=10), Cr75$1.029,21 para alimentos não cultivados no lote (incluindo carne) (DP=486,30, N=6), Cr75$709,02 para alimentos cultivados no lote (DP=246,54, N=7), Cr75$133,34 para transporte de pessoas (fora viagens para fazer arranjos para financiamento, pagamento das prestações ao banco, e coleta dos pagamentos do banco referentes aos produtos vendidos ao governo) (DP=107,59, N=15), e Cr75$34,61 para outros consumos (DP=69,53, N=7), menos Cr75$151,91 para carne enlatada e caça, para a qual o dinheiro é alocado separadamente. A caça, fora aquela que

é comida diretamente pela família do caçador, pode ser comprada do estoque de caça da comunidade disponível para venda, que procede do que os caçadores na comunidade matam além da quantia consumida por suas famílias. As necessidades de carne são satisfeitas primeiro pela caça já presente e pela transformação do milho em galinhas, e então pela compra da caça se disponível e por último pela compra de carne enlatada.

A dieta dos colonos é composta de calorias, proteína total, e proteína animal obtida das quantidades comidas de gêneros de primeira necessidade, de caça e de carne enlatada, das contribuições de outros produtos normalmente adquiridos com dinheiro e das culturas de tubérculos tais como a parte da produção de macaxeira consumida diretamente como tubérculos, bem como batatas doces Ipomea batatas), inhame ou cará Dioscorea spp.) e, em pequena proporção, taioba Xanthosoma spp.). O consumo de tubérculos, considerado como um suplemento "gratis" da dieta, perfaz a média de 480,19 kg/capita/ano (N=4 lotes), ou 135,39 kg/capita/ano depois de descontar as perdas usando-se um fator de 71,94% para os tubérculos da macaxeira (Carvalho, s/d (1974)). Esse nível de consumo de tubérculos contribui com 176,01 mil calorias/capita/ano (DP=70,44, N=4 lotes) e 1.761 g/capita/ano de proteína total (DP=703, N=4 lotes). A contribuição de proteína animal é zero.

As contribuições dos produtos comprados com dinheiro, dado os padrões de gasto de dinheiro dos colonos observados, totalizam Cr75$5,34/1.000 calorias, Cr75$1.573,85/kg de proteína total e Cr75$1.573,85/kg de proteína animal. A Tabela A.28 dá os preços e as contribuições das principais mercadorias compradas com dinheiro, fora carne enlatada, caça, produtos que são também produzidos nos lotes dos colonos e "outros consumos" incluídos nas necessidades de dinheiro para subsistência. Os preços de produção para itens produzidos no lote foram dados anteriormente na Tabela A.27.

(Tabela A.28)

TABELA A.28. PREÇO E NUTRIÇÃO DE MERRCADORIAS BÁSICAS COMPRADAS COM DINHEIRO.

		Unidades/cápita/ano					Nutrição/unidade(a)			Nutrição/cápita/dia		
Item	Unidade	Média	DP	N	Preço (Cr75$/ unidade)	Custo (Cr75$/ capita/ ano)(b)	Calorias	Proteína total	Proteína animal	Calorias	Proteína total (g)	Proteína animal (g)
Acucar	kg	42,12	23,93	14	3,98	167,64	3.695	0	0	426,10	0	0
Sal	kg	8,95	1,70	14	1,70	15,22	0	0	0	0	0	0
Leite em po	kg	4,11	2,77	13	30,02	123,38	5.080	250	250	57,16	2,81	2,81
Querosene	litro	12,39	7,78	16	3,41	42,25	0	0	0	0	0	0
Cafe	kg	5,15	3.07	14	18,17	93,58	0	0	0	0	0	0
Oleo	litro	11,62	4,54	13	14,20	165,00	10.131	0	0	322,30	0	0
Sabao	kg	10,60	6,06	13	6,82	72,29	0	0	0	0	0	0
Macarrao	kg	2,26	4,65	8	9,09	20,54	3.552	0	0	21,98	0	0
TOTAIS										827,54	2,81	2,81

a) Brasil, ACAR-PARÁ, s/d-a (1974).
b) Tamanho familiar médio em todas as observações = 6,33 (DP =1,40, N=15).

PAGAMENTO DE DÍVIDAS

Os colonos que não venderam sua produção ao Banco do Brasil freqüentemente não pagam seus débitos bancários voluntariamente. A probabilidade observada foi de 0,00 (N=3), mas é presumida a probabilidade de 0,25 para os propósitos da simulação, pois a amostra formal é inadequada e as impressões informais levam-me a esperar um valor um tanto mais alto. O pagamento "voluntário" só é feito dada a disponibilidade de algum dinheiro depois que as necessidades de subsistência tenham sido satisfeitas. Essas probabilidades baixas de pagamentos representam um subsídio substancial para os colonos, tanto na simulação como na rodovia Transamazônica. A partir de 1977, políticas menos indulgentes do Banco e do INCRA a respeito dos colonos que não pagam suas dívidas elevaram essas probabilidades na rodovia Transamazônica.
A probabilidade de pagamento de um empréstimo privado, tal como mercadorias recebidas a crédito das mercearias dos colonos, empréstimos de amigos, etc., é até mais baixa. A probabilidade observada foi 0,00 (N=2), mas foi assumido um valor de 0,10 como uma estimativa mais realística da freqüência com que esses empréstimos são saldados. Existe uma grande variabilidade entre os colonos na rodovia Transamazônica, tanto na disposição do devedor de pagar seus empréstimos como nos extremos a que vão os emprestadores a fim de induzí-los a pagar. A probabilidade geral de pagamento é baixa, em qualquer caso.

NECESSIDADES DE SEMENTES

(Tabela A.29)

TABELA A.29. NECESSIDADES DE SEMENTES

	Necessidades de Sementes (kg/ha)			
	Média	DP	N	
Arroz de sequeiro	29,6	13,4	263	roças (qualquer combinação)
Milho	12,5	9,4	66	roças de milho solteiro
Feijão *Phaseolus*	29,2	26,1	112	roças (qualquer combinação)
Feijão-de-corda *Vigna*	8,1	7,8	30	roças (qualquer combinação)

INVESTIMENTO

A classificação da mão-de-obra do colono determina se eles investem seu dinheiro em seus lotes ou em algum outro empreendimento. Os colonos cujo padrão de \mão-de-obra\ \não\ o tipo de colono) é como empresário ou profissional (ou qualquer um desses em combinação com outras atividades de trabalho) investem somente uma parte de seus fundos disponíveis em seus lotes. A proporção usada na simulação é 0,74 (DP=0,38, N=6). De outra maneira todo o dinheiro destinado ao investimento vai para o desenvolvimento do lote.

(Tabela A.30)

TABELA A.30. PROPORÇÕES DE CAPITAL LIVRE INVESTIDO DEPOIS DE SATISFAZER AS NECESSIDADES DE SUBSISTÊNCIA[a]

Tipo de Colono	Proporção do capital livre		
	Média	DP	N
Empresário	0,36	0,17	3
Agricultor independente	0,46	0,40	3
Agricultor artesão	0,22	0,25	6
Agricultor trabalhador	0,13	0,13	2

[a]Capital livre é dinheiro que não é gasto em culturas de subsistência, carne enlatada, ou caça.

(Tabela A.31)

TABELA A.31. PROPORÇÕES DE CAPITAL DE INVESTIMENTO DENTRO DE CADA CATEGORIA GASTO EM COMPRAS DE BENS DE CAPITAL[a]

Tipo de colono	Uso do bem de capital (categoria)		
	Lote	Empresa	Consumo
Empresário	0,33	0,22	0,03
	(2)	(3)	(2)
Agricultor independente	0,05	0,05	0,05
	(1)	(3)	(1)
Agricultor artesão	0,07	(0,00)	(0,00)
	(3)	(0)	(0)
Agricultor trabalhador	0,00	0,00	0,00
	(1)	(1)	(1)

[a]Números em parêntesis são números de observações.

Bens de capital se depreciam a uma taxa calculada em 20% por ano. Isso é baseado em uma média ponderada das taxas de depreciação de moto-serras e trilhadeiras na área de estudo, como mostra a Tabela A.33. Esse valor concorda com a taxa de depreciação usada pelo INCRA para carretas (Brasil, INCRA, 1972a: 194).

Processos Populacionais

POPULAÇÃO INICIAL

(Tabela A.32)

TABELA A.32. CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO INICIAL (NA CHEGADA)

Item	Média	DP	N
Idade do proprietário do lote (anos)	37,03	10,78	123[a]
Probabilidade da presença de esposa	0,898	--	108
Idade de esposa caso presente (anos)	31,87	10,67	112[a]
Probabilidade de dependentes presentes além de esposa, dado que o colono seja casado	0,912	--	91
Probabilidade de outros dependentes presentes, dado que o colono seja solteiro	0,182	--	11[a]
Número de dependentes, além da esposa dado ao menos um presente	4,14	2,27	103[a]
Probabilidade do sexo do dependente, além da esposa, ser masculino	0,53	--	456[a]

[a]Inclui alguns recém chegados na amostra; sem diferenças aparentes.

(Tabela A.33)

TABELA A.33. DEPRECIAÇÃO DE BENS DE CAPITAL.

Item	Espectativa de vida (anos)	Depreciação/ ano	Numero de observações: Máquinas	Numero de observações: Anos	Proporção de Colonos	Número de observações (colonos)	Valor (Cr75$ cada)(a)	Proporção do Total dos Bens de Capital	Depreciação Ponderada
Motoserras	4	0,25	6	2	0,098	61	7.588	0,58	0,14
Trilhadeiras	8	0,13	4	2	0,026	152	21.000	0,42	0,06
Taxa Ponderada de depreciação									0,20

a) US$1 = Cr75$7,4= Cr75$7,4 (cruzeiros de 01 de janeiro de 1975).

(Tabela A.34)

TABELA A.34. RETORNO SOBRE BENS DE CAPITAL RELATIVO AO TRABALHO MANUAL

Ítem	Unidade	Manutenção (Cr75$/ unidade)	DP	N	Combustível Cr75$/ unidade)(b)	N	Custo de mão-de-obra com Máquina (Cr75$/ unidade)(a)	DP	N	Custos totais (Cr75$/ unidade)	Valor do mão-de-obra se Feito Manualmente (Cr75$ /unidade)	DP	N	Retorno relativo médio	Retorno relativo ponderado
Moto-serras	ha derrubado	90,98	19,19	3	107,84(c)	--	46,60	25,00	7	245,42	186,80	73,00	12	0,76	0,44
Trilha-deiras	sacos de arroz(f)				0,47	1	1,13(d)	0,35	2	1,60(e)	4,65	4,20	5	2,91	1,23
Taxa de retorno relativo ponderado															1,67

a) Exclusivo da depreciação.
b) A Cr75$20/dia de homem para derrubada, Cr75$15/dia de homem para outras tarefas. (Cr75$ = cruzeiros de 01 de janeiro de 1975).
c) Calculado de Brasil, INCRA (1974a: 193) (16 litros de gasolina + 4 litros de óleo/ha).
d) Calculado de Moran (1975: 127), contando trabalho infantil como 50% do equivalente de adulto.
e) Não incluindo os custos de manutenção da trilhadeira (não disponíveis).
f) Sacos de 50 kg com casca.

(Tabela A.35)

TABELA A.35. INF0RMAÇÕES DEMOGRÁFICAS

Classe etária	Distri-buição de Idade do dependent (além da mulher)(a)	Probabilidades de imigração individual		Probabilidades de emigração individual		Probabilidades de morte sob alimentação adequada	
		Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher
1	0,077	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0156	0,0118
2	0,074	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
3	0,064	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
4	0,065	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
5	0,052	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
6	0,052	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
7	0,055	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
8	0,036	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
9	0,039	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
10	0,039	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
11	0,061	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
12	0,055	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
13	0,039	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
14	0,047	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
15	0,017	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
16	0,025	0,000	0,000	0,0000	0,0323	0,0010	0,0004
17	0,036	0,000	0,000	0,0000	0,1379	0,0010	0,0004
18	0,028	0,067	0,111	0,0303	0,0345	0,0010	0,0004
19	0,011	0,000	0,000	0,1034	0,0000	0,0010	0,0004
20	0,022	0,067	0,000	0,0625	0,0000	0,0010	0,0004
21	0,017	0,067	0,000	0,0968	0,0000	0,0011	0,0004
22	0,017	0,200	0,000	0,0968	0,0714	0,0011	0,0004
23	0,008	0,067	0,000	0,0690	0,0000	0,0011	0,0004
24	0,014	0,000	0,000	0,0385	0,0000	0,0011	0,0004
25	0,003	0,133	0,000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0004
26	0,008	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
27	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
28	0,000	0,067	0,111	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
29	0,006	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
30	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
31	0,000	0,000	0,000	0,0435	0,0000	0,0010	0,0007
32	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0435	0,0010	0,0007
33	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
34	0,000	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
35	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
36	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
37	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
38	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
39	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
40	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
41	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
42	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
43	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
44	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
45	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
46	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033

47	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033
48	0,000	0,000	0,000	0,0714	0,0000	0,0040	0,0033
49	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033
50	0,000	0,000	0,000	0,0909	0,0000	0,0040	0,0033
51	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
52	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
53	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
54	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
55	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
56	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
57	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
58	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
59	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
60	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
61	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
62	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
63	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
64	0,000	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
65	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
66	0,006	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
67	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
68	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
69	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
70	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
71	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
72	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
73	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
74	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
75	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
76	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
77	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
78	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
79	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
80	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
81	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
82	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
83	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
84	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
85	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
86	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1981	0,1875

a) N = 362 dependentes, agrupados dos colonos originais e recém-chegados

(Tabela A.36)

TABELA A.36. CAPITAL INICIAL E BENS DE CAPITAL

	Capital Liquido			Bens de Capital para: Lote			Bens de Capital para: Empreendimentos			Bens de Capital para: Consumo		
Tipo de Colono	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N
Colonos originais												
1.Empresário	0	0	1		0	3	0	0	3	0	0	1
2.Independente	5.265	11.431	14	460	4.210	23	1.166	4.210	23	285	1.067	14
3.Artesão	1.768	3.186	23	0	0	22	0	0	22	97	456	22
4 Trabalhador	2.360	6.958	55	0	0	61	0	0	61	0	0	55
Colonos recém-chegados												
1.Empresário	7.849	11.099	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2
2.Independente	26.296	30.257	9	1.174	3.523	9	2.979	6.533	9	587	1.762	9
3.Artesão	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
4.Trabalhador	1.383	2.461	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6

NOTA: Todos os valores em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975 (Cr75$7,4 = US$1,00).

CLASSIFICAÇÃO COMO CAÇADOR

Nem todos os colonos saem para apanhar caça na floresta: muitos que vieram de áreas no Brasil fora da Amazônia têm medo da floresta e desconhecem suas particularidades ou são desdenhosos da caçada como uma atividade de baixo-status. Os poucos colonos que caçam regularmente têm suprido uma parte importante da proteína animal consumida pela comunidade durante os primeiros anos da colonização na rodovia Transamazônica. A condição de cada colono como caçador e não caçador é destinado na simulação baseando-se na probabilidade de 0,07 de que um colono seja um caçador, um valor calculado pelo relatório de Smith (1976: 171-173), baseado em observações em três agrovilas, que existem 2 - 5 caçadores/agrovila. A probabilidade foi calculada usando-se 3,5 caçadores/agrovila (o ponto central da variação das observações de Smith) e presumindo-se as 50 casas normais como o tamanho médio das agrovilas.

MÃO-DE-OBRA FAMILIAR E SAÚDE

(Tabela A.37)

TABELA A.37. EQUIVALENTES DE MÃO-DE-OBRA NO TRABALHO AGRÍCOLA[a]

Faixa Etária (anos)	Homem	Mulher
7-8	0,20	0,15
9-13	0,25	0,20
14-17	0,50	0,40
≥18	1,00	0,75

[a]Proporção da contribuição do masculino adulto.

FONTE: Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 202.

(Tabela A.38)

TABELA A.38. PROBABILIDADES DE DOENÇA POR IDADE E SEXO.

Grupo etário (anos)	Malária		Trauma		Outros	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher
0-4	0,0227	0,0140	0,0027	0,0016	0,0405	0,0260
5-9	0,0185	0,0098	0,0021	0,0009	0,0058	0,0021
10-14	0,0103	0,0038	0,0033	0,0005	0,0018	0,0016
15-19	0,0214	0,0090	0,0062	0,0011	0,0021	0,0005
20-24	0,0198	0,0116	0,0084	0,0011	0,0038	0,0011
25-29	0,0138	0,0191	0,0053	0,0006	0,0024	0,0032
30-34	0,0175	0,0176	0,0095	0,0021	0,0009	0,0021
35-39	0,0130	0,0196	0,0065	0,0039	0,0059	0,0065
40-44	0,0144	0,0025	0,0058	0,0012	0,0023	0,0037
45-49	0,0072	0,0165	0,0046	0,0033	0,0033	0,0033
50-54	0,0248	0,0248	0,0038	0,0000	0,0019	0,0000
55-59	0,0248	0,0062	0,0248	0,0062	0,0331	0,0062
> 60	0,0165	0,0248	0,0414	0,0000	0,0083	0,0124

NOTA: A tabela mostra a probabilidade de que um dado indivíduo contraia uma doença em alguma época de um dado ano. As probabilidades são calculadas a partir do número de admissões no hospital do SESP em Altamira por sexo e classe etária para 1973 dado por Smith (1976b: 217, 235, 239, 247). As proporções de indivíduos na área toda por sexo e classe etária foram calculadas a partir da pesquisa sobre 101 famílias feita por Moran (1975) e modificada por Smith (1976b: 216) para incluir as estimativas de Smith de indivíduos em cada categoria na população (na maioria de trabalhadores migratórios) fora da tutela do INCRA (Smith, 1976b: 216). A estimativa da população total da área usada nos cálculos e de 34.000 (Smith, 1976b: 216). (Obs.: Smith também dá o valor de 24.000: p.20).

(Tabela A.39)

TABELA A.39. PROBABILIDADES MENSAIS DE DOENÇA

	MÊS											
Doença	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Malária(a)	0,061	0,083	0,126	0,067	0,056	0,051	0,067	0,104	0,155	0,092	0,081	0,057
Trauma(b)	0,051	0,080	0,048	0,070	0,090	0,049	0,079	0,103	0,081	0,103	0,141	0,105
Outro(c)	0,083	0,084	0,083	0,083	0,084	0,083	0,084	0,083	0,083	0,084	0,083	0,083

NOTA: A tabela mostra a possibilidade de que ocorram internamentos hospitalares durante um dado mês, dado que o indivíduo contraia a doença em algum momento durante o ano.

a) Probabilidades de malária calculadas a partir de dados da SUCAM para a área de Altamira sobre os números nas positivas encontradas em amostras de sangue de pacientes com suspeita de malária e encaminhados para esse departamento. Calculado de dados em Smith (1976 (1976b: 212).

b) Probabilidades de trauma (acidente) calculadas a partir do número de admissões no hospital do SESP, Altamira 1971, 1972 e 1973. Dados do censo completo dos registros feito por N. Smith foram tirados de Moran (1976: 121).

c) Outras doenças: presumidas iguais a 1/12 para cada mês devido a falta de dados. As diferenças de arredondamento distribuídas aleatoriamente.

(Tabela A.40)

TABELA A.40. DIAS DE TRABALHO PERDIDOS POR DOENÇA

	Dias perdidos[a]			Outros valores	
Doença	Média	DP	N	Smith (1976b)	Moran (1975)
Malária	33,3	23,1	3	14	8
Trauma	86,7	79,0	6	19[b]	
Outro	45,0	30,0	3	14,5[c]	

[a]Dias de trabalho realmente perdidos, não em equivalentes de dia de homem.

[b]Baseado em estimativa de 3 vezes a estadia média em hospital, que foi 6,2 dias.

[c]Baseado em 3 vezes estadia média de hospital de 4,8 dias para gastroenterite e 4,9 dias por doenças respiratórias, e iguais probabilidades de ataques para cada (0,5% da população por ano para cada doença).

FERTILIDADE E MORTALIDADE

A probabilidade de morte por cada deficiência de nutrientes é calculada a partir de:

$$P = (A - 1)\left(1 - \frac{B}{C}\right) \qquad \text{Equação A.49}$$

onde:

P = a probabilidade de morte por ano devido a deficiência de nutrientes (calorias ou proteína).

A = o fator de mortalidade para o nutriente (calorias ou proteína).

B = a quantia média de nutrientes ingeridos per cápita por dia (calorias ou proteína).

C = a necessidade do nutriente per cápita por dia (calorias ou proteína).

Seguindo-se o procedimento de Weisman (1974), somente um dos dois nutrientes é considerado limitador. É usado aquele que dá a mais alta probabilidade de morte relacionada à deficiência de nutriente. Note-se que os níveis de consumo de nutrientes se referem a média anual sobre todos os membros da família.

(Tabela A-41)

TABELA A.41. FERTILIDADE ESPECÍFICA POR IDADE PARA A POPULAÇÃO RURAL BRASILEIRA

Classe	No. Total de mulheres	Total de nascimentos vivos no ano anterior	Probabilidade etária de nascimentos vivos por classe etária
15-19	2.188.350	132.029	0,060
20-24	1.772.913	414.291	0,234
25-29	1.334.934	362.629	0,272
30-34	1.087.643	274.233	0,252
35-39	987.395	198.659	0,201
40-44	837.890	91.988	0,110

FONTE: Valores do recenseamento de 1970 apresentado em Mata et al. (1973: 175).

(Tabela A-42)

TABELA A.42. NECESSIDADES DE CALORIAS E DE PROTEÍNA TOTAL E EFEITOS SOBRE A MORTALIDADE

Idade (Anos comple-tos)	Necessidade de caloria[a] (per cápita/ dia)	Fator de Mortalidade[b] Por falta de Calorias	Necessidade de Proteína Total[c] (g/cápita/dia)	Fator de Mortalidade[d] Por falta de Total de Proteína
0	820	2,6	11,9	3,35
1	1.180	2,35	12,3	2,35
2	1.355	2,35	12,3	2,20
3	1.540	2,35	12,3	2,05
4	1.695	2,1	15,4	1,95
5	1.830	2,1	15,4	1,85
6	1.955	2,1	15,4	1,80
7	2.075	1,8	19,2	1,70
8	2.185	1,8	19,2	1,60
9	2.295	1,8	19,2	1,55
10	2.400	1,55	23,1	1,50
11	2.475	1,55	23,1	1,45
12	2.550	1,55	23,1	1,40
13	2.625	1,25	26,2	1,33
14	2.700	1,25	26,2	1,23
15	2.750	1,25	26,2	1,15
16	2.735	1,25	26,2	1,12
17	2.720	1,05	26,2	1,08
18	2.785	1,05	26,2	1,00
19	2.610	1,05	26,2	1,00
20-39	2.600	1,00	25,4	1,00
40-49	2.470	1,00	25,4	1,00
50-59	2.430	1,00	25,4	1,00
60-69		0		0

[a]De Weisman (1974: B485), que derivou isto da Nações Unidas, World Health Organization (1973).
[b]Um fator expressando o efeito da privação de calorias sobre o excesso de mortalidade nas populações por classe etária. Derivado de Weisman (1974: B493).
[c]Weisman (1974: B488); derivado de Nações Unidas, World Health Organization (1973). Em equivalente da proteína do ovo.
[d]Um fator expressando o efeito da deficiência de proteína total sobre o excesso de mortalidade por classe etária. Derivado de Weisman (1974: B495).

CASAMENTO DOS COLONOS

Ao modelar casamentos, só são considerados explicitamente aqueles de proprietários de lotes. Os jovens (filhos e filhas) que se casam e deixam o lote são considerados como emigrantes individuais, enquanto que esposos de jovens ou outros que se juntam a eles no lote dos pais são considerados como imigrantes individuais. A probabilidade anual de um colono solteiro (proprietário de lote) se casar é 0,069 (N=29

anos de colono solteiro). A idade média de noivas desposando proprietários de lotes foi 21 anos (DP=9, N=2). Esse valor é provavelmente mais alto do que seria se houvesse uma amostragem adequada.

IMIGRAÇÃO E EMIGRAÇÃO

Imigração e emigração estão divididas em dois tipos: nível de deslocamento individual e familiar. Essas têm implicações muito diferentes para o desenvolvimento da área. Quando chegam indivíduos para se juntar à famílias já estabelecidas, como por casamento (de outras pessoas que não o proprietário, que é tratado separadamente), o resultado é um aumento da força de trabalho (e da demanda de produtos) sem mudanças nos padrões de exploração do lote. Os filhos e filhas dos colonos que partem para as cidades, para estabelecer novas propriedades ou para casar, da mesma forma mudam o tamanho da família sem afetar as estratégias básicas. Quando famílias inteiras são substituídas, no entanto, as diferenças de comportamento dos colonos recém-chegados são sentidas.

As probabilidades por ano de um lote receber um imigrante individual são de 0,049 (N=491 anos de lote, 24 imigrantes individuais). A probabilidade de que um imigrante individual recebido em um lote seja masculino é 0,625 (N=24). Dado o sexo do imigrante individual, a probabilidade de que a pessoa pertença a cada classe etária pode ser determinada a partir das probabilidades de imigração específica por sexo e idade, dadas com a informação demográfica na Tabela A.35.

(Tabela A.43)

TABELA A.43. PROBABILIDADE POR ANO DE EMIGRAÇÃO DA FAMÍLIA

Tipo de Colono	Colonos Solteiros			Colonos Casados		
	Probabilidade	N[a]	Número de Colonos Partindo	Probabilidade	N[a]	Número de Colonos Partindo
1.) Empresário	0,143[b]	0	0	0,063	16	1
2.) Agricultor Independente	0,200	5	1	0,012	81	1
3.) Agricultor Artesão	0,143	7	1	0,057	88	5
4.) Agricultor Trabalhador	0,105	19	2	0,022	229	5

[a]Anos de colonos.

[b]Presume-se igual aos agricultores artesões.

APÊNDICE

RESUMO DOS PARÂMETROS E EQUAÇÕES DO MODELO KPROG2

Condições Físicas 278
Qualidade Inicial do Solo..... 278
Fatores Meteorológicos..... 280
Alocação do Uso da Terra..... 287
Financiamento..... 287
Preparo da Terra..... 299
Área de Subsistência..... 302
Aprendizado do Colono e Comportamento na Alocação 302
Margem de Segurança da Área de Subsistência 303
Modelando Alocações de Culturas..... 305
Decisões de Consorciação..... 305
Restrições da Mão-de-Obra e do Capital..... 308
Escolhas da Cultura Comercial..... 327
Modelando Mudanças no Solo..... 328
Qualidades de Queimada..... 328
Mudanças no Solo pela Queimada..... 332
Queimadas de Floresta Virgem..... 333
Queimadas de Vegetação Secundária..... 336
Queimadas de Mato..... 338
Mudanças no Solo sem a Queimada..... 339
Mudanças no Solo sob Pastagem..... 342
Fertilizantes e Calcário..... 344
Erosão do Solo..... 351
Produções das Culturas..... 353
Milho..... 353
Feijão Phaseolus 356
Feijão-de-Corda Vigna 360
Mandioca Brava..... 361
Macaxeira (Mandioca Doce)..... 363
Pastagem e Gado..... 364
Pimenta-do-Reino..... 368
Alocação do Produto..... 371
Renda Não Agrícola..... 371
Deterioração de Produtos..... 377
Transporte para Mercados..... 377
Compra e Venda de Produtos..... 377
Necessidades de Subsistência para Produtos Agrícolas.. 380
Necessidade de Dinheiro para Subsistência 383
Pagamento de Dívidas..... 386
Necessidades de Sementes..... 387
Investimento..... 387
Processos Populacionais..... 391
População Inicial..... 391

Classificação como Caçador..... 391
Mão-de-Obra Familiar e Saúde..... 398
Fertilidade e Mortalidade..... 398
Casamento dos Colonos..... 403
Imigração e Emigração..... 403

RESUMO DE PARÂMETROS E EQUAÇÕES DO MODELO KPROG2

Parâmetros do Modelo

Os parâmetros e equações do modelo KPROG2 não incluídos no texto estão resumidos neste Apêndice.

Condições Físicas

QUALIDADE INICIAL DO SOLO

(Tabela A.1)

TABELA A.1. pH NA GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa de pH	Freqüência (%)	pH médio	DP	N[a]
1	< 4,0	33,0	3,7	0,1	389
2	4,0-4,4	30,2	4,1	0,1	356
3	4,5-4,9	15,3	4,7	0,1	180
4	5,0-5,4	12,5	5,2	0,1	148
5	5,5-5,9	5,3	5,6	0,1	63
6	6,0-6,4	3,6	6,3	0,1	43
7	≥6,5	0,1	7,1	(0)	1

[a]De um mapa de 1.180 quadras baseado em 187 amostras em floresta virgem (Fearnside, 1978: 407; 1984b).

O conteúdo de alumínio é calculado baseando-se nos valores de pH e de conteúdo de argila, já designados por:

$$Y = 11,43 - 7,68 \ln A - 6,27 \times 10^{-2} B \quad \text{Equação A.1}$$

onde:

Y = alumínio (Al^{+++} em meq/100g)
A = pH
B = argila total (%)

($p<0,0001$, r=0,73, EP=1,56, N=118 amostras sob floresta virgem).

O nitrogênio é então calculado dos valores do carbono e pH para o pedaço de terra de:

$$Y = 0,132 A + 2,20 \times 10^{-2} B - 0,120 \quad \text{Equação A.2}$$

onde:

Y = nitrogênio (% peso seco)

A = carbono (% peso seco)
B = pH

($p<0,001$, r=0,86, EP=0,030, N=53 amostras em floresta virgem).

(Tabela A.2)

TABELA A.2. PROBABILIDADES DE TRANSIÇÃO PARA O pH DO SOLO VIRGEM

Classe de pH Inicial	Classe de pH Final ≤3,9	4,0-4,4	4,5-4,9	5,0-5,4	5,5-5,9	6,0-6,4	≥65	Número de Observações
Deslocamento de 100 metros[a]								
≤3,9	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	3
4,0-4,4	0,09	0,73	0,09	0,00	0,00	0,00	0,09	11
4,5-4,9	0,00	0,17	0,33	0,00	0,50	0,00	0,00	6
5,0-5,4	0,09	0,00	0,00	0,36	0,36	0,18	0,00	11
5,5-5,9	0,11	0,00	0,33	0,44	0,00	0,11	0,00	9
6,0-6,4	0,00	0,00	0,00	0,40	0,20	0,40	0,00	5
≥6,5	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Deslocamento de 500 metros[b]								
≤ 3,9	0,40	0,43	0,09	0,06	0,00	0,00	0,03	35
4,0-4,4	0,25	0,43	0,15	0,08	0,08	0,02	0,00	61
4,5-4,9	0,12	0,36	0,24	0,08	0,12	0,08	0,00	25
5,0-5,4	0,12	0,29	0,12	0,24	0,24	0,00	0,00	17
5,5-5,9	0,00	0,25	0,15	0,20	0,30	0,10	0,00	20
6,0-6,4	0,00	0,20	0,40	0,00	0,40	0,00	0,00	5
≥6,5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]calculado de amostras que estão a 100 metros de cada amostra de referência ± 100 metros. Usado na simulação para deslocamentos entre trechos dentro de um lote.

[b]calculado de amostras que estão a 500 metros de cada amostra de referência ± 500 metros. Usado na simulação para deslocamentos entre lotes.

(Tabela A.3)

TABELA A.3. ARGILA PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (% peso seco)	Freqüência (%)	Argila Média (% peso seco)	DP	N[a]
1	0-14	21,6	9,71	2,83	225
2	15-29	25,3	21,70	4,05	299
3	30-44	23,6	37,95	4,48	278
4	45-59	21,2	50,00	4,00	250
5	60-74	7,5	69,72	3,57	88
6	75-89	0,8	78,80	1,03	10

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 427; 1984b) baseado em 200 amostras.

(Tabela A.4)

TABELA A.4. DECLIVE PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (declive em %)	Freqüência (%)	Declive média(%)	DP	N[a]
1	0-4	32,0	2,0	1,4	378
2	5-9	18,7	6,3	13,8	221
3	10-19	29,3	13,8	2,5	346
4	20-29	13,5	22,8	2,2	159
5	30-39	5,8	37,8	2,9	68
6	40-69	0,6	57,9	3,3	7
7	70-90	0,1	89,0	(0)	1

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 437; 1984b) baseado em 225 medições.

(Tabela A.5)

TABELA A.5. CARBONO PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (% peso seco)	Freqüência (%)	Carbono Médio (% peso seco)	DP	N[a]
1	<0,50	1,9	0,39	0,08	22
2	0,50-0,86	31,0	0,70	0,11	366
3	0,87-0,99	5,1	0,94	0,03	107
4	1,00-1,49	40,8	1,18	0,13	482
5	1,50-1,99	17,2	1,70	0,14	203

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 423; 1984b) baseado em 75 amostras.

(Tabela A.6)

TABELA A.6. FÓSFORO PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa	Frequência (%)	Fósforo Médio (ppm)	DP	N[a] (ppm)
1	0-1	83,8	1,0	0	989
2	2	8,3	2,0	0	98
3	3-4	5,7	3,0	0,1	67
4	5-6	2,1	5,2	0,4	25
5	7-9	0,1	7,0	0	1

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 409; 1984b) baseado em 187 amostras.

FATORES METEOROLÓGICOS

Chuva, evaporação e insolação precisam ser simulados para o uso no cálculo da erosão e qualidade da queima. A chuva mensal é gerada para a estação do plantio (janeiro até maio) pela geração de um total para a estação de 1.396,2 mm e um desvio padrão de 300,9 (N=21) e então multiplicando esse total pela proporção do total esperado da estação para cada mês.

Os valores da chuva são atribuídos separadamente para os meses de junho, julho e agosto, usando-se os desvios padrão e médio para a chuva nesses meses (Tabela A.7). O período de queimadas (setembro até dezembro) é tratado da mesma maneira que o período de plantio, usando as proporções do total das estações (Tabela A.7) e o valor para o total da chuva no período gerado da média de 281,7 mm e desvio padrão de 148,1 mm (N=12).

(Tabela A.7)

TABELA A.7. CHUVAS MENSAIS EXPRESSOS COMO PROPORÇÕES DOS TOTAIS DO PERÍODO

Mês	Média	Desvio Padrão	N
Proporções dos totais dos períodos de chuva (jan.-maio)			
Jan.	0,1778	0,0588	21
Fev.	0,2141	0,0880	21
Mar	0,2631	0,0502	21
Abr.	0,2136	0,0505	21
Maio	0,1312	0,0522	21
Chuvas em mm para meses não incluídos nos períodos			
Jun.	77,58	48,18	30
Jul.	58,82	50,74	28
Ago.	28,07	22,39	27
Proporções dos totais dos períodos da queima (set.-dez.)			
Set.	0,1862	0,1099	12
Out.	0,1995	0,1075	12
Nov.	0,1850	0,1377	12
Dez.	0,4293	0,1026	12

FONTE: Fearnside, 1984c.

Os valores para evaporação mensal são calculados a partir de:

$$Y = 102,0 - 0,150\ A \qquad \text{Equação A.3}$$

onde:

Y = evaporação mensal (mm)
A = chuva mensal (mm)

($p<0,0001$, $r=0,57$, EP=32,06, N=45 meses).

A variabilidade é introduzida usando-se um erro padrão (EP) na estimativa para a regressão.

A insolação mensal é então calculada usando-se uma regressão semelhante em chuva mensal.

$$Y = 156,68 - 0,180\ A \qquad \text{Equação A.4}$$

onde:

Y = insolação mensal (horas)
A = chuva mensal (mm)

($p=0,0002$, $r=0,52$, EP=44,05, N=45 meses).

Os parâmetros meteorológicos diários podem ser gerados a partir das distribuições com relação aos totais mensais (Tabela A-8).

(Tabela A-8)

TABELA A.8. VARIABILIDADE METEOROLÓGICA DIÁRIA EXPRESSA COMO PROPORÇÕES DOS TOTAIS MENSAIS[a]

	Precipitação		Evaporação		Insolação	
Mês	DP	N	DP	N	DP	N
Jan.	0,0485	142	0,0219	123	0,0243	122
Fev.	0,0490	113	0,0178	113	0,0307	85
Mar.	0,0412	159	0,0123	153	0,0261	123
Abr.	0,0479	150	0,0270	150	0,0289	120
Maio	0,0696	155	0,0258	155	0,0667	124
Jun.	0,0648	150	0,0302	150	0,0312	120
Jul.	0,0843	155	0,0302	154	0,0162	124
Ago.	0,1096	147	0,0267	146	0,0108	124
Set.	0,0969	120	0,0289	120	0,0136	120
Out.	0,1013	119	0,0250	119	0,0231	69
Nov.	0,1346	120	0,0150	120	0,0263	120
Dez.	0,0677	124	0,0302	124	0,0336	124

NOTA: As médias usadas são totais mensais divididos pelo número de dias no mês.

Alocação do Uso da Terra

FINANCIAMENTO

Estão incluídos no programa 12 tipos de financiamento: 1) compra da terra e empréstimos para a compra da casa; 2) derrubada da floresta virgem, incluindo a limpeza do sub-bosque, (broca), e o empilhamento do material não queimado, (coivara), com empréstimo com prazo de oito anos do plano original (que estava em vigor de 1971 até 1974); 3) empréstimo para derrubada de floresta virgem com juros mais altos e prazos de um ano, que entraram em vigor no ano agrícola de 1974-1975; 4) dívida no INCRA para salários e itens não duráveis comprados a crédito nos primeiros meses do programa de colonização; 5) outras dívidas para itens duráveis (tais como moto-serras); 6) sementes obtidos do INCRA; 7) custeio do arroz (semear, plantar e colher); 8) custeio do milho; 9) custeio de feijão Phaseolus; 10) culturas perenes (pimenta-do-reino ou cacau); 11) gado e pastagem com animais (inclusive cerca); e 12) empréstimos privados, incluindo itens comprados fiado em mercearias pertencentes a colonos nas agrovilas. As freqüências, montantes e termos dos 12 tipos de empréstimo são mostrados na Tabela A.9.

(Tabela A.9)

TABELA A.9. FINANCIAMENTO: FREQÜÊNCIAS, QUANTIAS E TERMOS

TIPO DO EMPRESTIMO	PROBABILIDADE DE FINANCIAMENTO[a]	HECTARES FINANCIADOS N	HECTARES FINANCIADOS MEDIA	HECTARES FINANCIADOS DP	HECTARES FINANCIADOS N	QUANTIA POR HA MEDIA[b]	QUANTIA POR HA N	ANO INICIAL	ANO FINAL	PERIODO DE CARENCIA (anos)	PRAZO DO EMPRESTIMO (anos)	JUROS (%/ano) SEM MULTA[c]	JUROS (%/ano) COM MULTA[c]
1. TERRA E CASA	1,0[e] ou 0,0[f]	Nota g	1(h)	0	Nota g	46.273	Nota j	1	999[k]	3	20	6,0	6,0
2. DERRUBADA VIRGEM tipo 1	0,79	67	6	0	Nota g	1.037	Nota l	1	3	3	8	7,0	12,0
3. DERRUBADA VIRGEM tipo 2	0,74	21	6	0	Nota g	450	Nota m	4	999[k]	0	1	10,0	13,0
4. DIVIDA NO INCRA	1,00[e] ou 0,00[f]	Nota g	1(h)	0	Nota g	7.744	Nota n	1	999[k]	1	4[o]	6,0	6,0
5. BENS DURÁVEIS	0,12	Nota o	1(h)	0		7.588p	Nota q	1	999[k]	3	8	7,0	12,0
6. SEMENTES	1,00	Nota r	3	0	Nota r	202	Nota s	1	4	0	1	6,0	6,0
7. ARROZ	0,73	78	3	0	Nota r	430	Nota t	1	999[k]	0	1	10,0	13,0
8. MILHO	0,67	24	3	0	Nota r	190	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0
9. PHASEOLUS	0,57	28	2	0	Nota r	340	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0
10.CULTURAS	0,50	10	2	0	Nota u	8.748	Nota t	1	999[k])	3	8	10,0	13,0

PERENES														
11.PASTAGEM		0,05	21	5	0	12	1.156	12	1	999[k]	3	8	10,0	13,0
12.PARTICULAR	R	0,10	Nota w	1(h)	0		1.000	Nota w	1	999[k]	0	1	0,0	0,0

FONTE: Fearnside, 1980d (1982b).

NOTAS:

a) Probabilidades de financiamento sendo requerido e recebido no banco pelo colono, dado que ele decidiu usar a cultura em questão como uma cultura comercial e é solvente.

b) Quantidade financiada em cruzeiros de 1 de janeiro de 1975 (US$1=Cr$7,4; salário mínimo=Cr$326,40/mês). Para tipos de empréstimo 1, 4, 5 e 12 esta é o valor do empréstimo. (Todos os valores são corrigidas para inflação de 35% ao ano).

c) Sem multa por pagamento atrasado.

d) Com multa por pagamento atrasado.

e) Para colonos originais.

f) Para colonos recém-chegados.

g) Política governamental.

h) Hectares médios financiados fixados em um e desvio padrão em zero para tipos de empréstimos não baseados em área.

i) Valor do empréstimo (não por hectare).

j) Calculado de Cr$8.000,00 (ponto médio da variação de preço das casas de 5.000,00 - 11.000,00 em cruzeiros não corrigidos de janeiro de 1971), corrigidos para inflação de 1 de janeiro de 1975.

k) Ano de término fixado em 999 de modo que empréstimos deste tipo são disponíveis durante a execução inteira.

l) De cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1972: Cr$400 de 15 de outubro de 1972.

m) De cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1974.

n) De 8 salários mínimos (totalizando Cr$1.342,00 de 1 de janeiro de 1971). (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206). o) Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206.

p) Freqüência de financiamento para motoserras cerca de 0,10 (50 financiadas em aproximadamente 500 colonos em 1973/74, segundo arquivo da ACAR-PARÁ; 6 motoserras financiadas em 61 colonos a partir dos questionários; freqüência de financiamento para trilhadeira, 0,02 (3 financiados em 152 colonos).

q) De financiamento de motoserras do Cr$4.500,00 (não corrigido) para pedidos de empréstimos datados em outubro de 1973.

r) Valor aproximado representando o caso para a maioria dos colonos.
s) Sementes de arroz distribuídos pelo INCRA em janeiro de 1975 por 40 kg (1 ha).

t) Baseado em cédulas de pedido de empréstimos da ACAR-PARÁ de 1974.

u) Da área média de 0,9 ha para pimenta-do-reino e 1,98 ha para cacau em cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1973 (média de 2 culturas).

v) Da média de valores médios de cacau e pimenta-do-reino em cédulas de pedido de empréstimos da ACAR-PARÁ de 1973: Cr$5.575,00/ha para cacau (DP=280, N=3), Cr$11.920,00 para pimenta-do-reino (DP=3.125, N=3).

w) Valores de empréstimos particulares supostos como estimativa razoável baseado em conversas informais com os colonos. Estes empréstimos podem tomar a forma de crédito em lojas de propriedade de colonos.

Primeiro, todos os colonos originais recebem empréstimos para compra da terra e casa e a dívida no INCRA para salários e itens não duráveis. Colonos simulados podem ter até 20 empréstimos de diferentes tipos e/ou anos. Todos os colonos começam solventes. Colonos que fracassam em pagar o capital e o juro de seus empréstimos do Banco do Brasil ou INCRA serão classificados como insolventes e se tornam inelegíveis para futuros empréstimos provenientes dessas fontes. Uma exceção são os empréstimos do INCRA para sementes, pois, na minha experiência, são dados a todos os colonos, independentemente de solvência. Os empréstimos para sementes foram interrompidos pelo INCRA no ano agrícola de 1975-1976. Se um pagamento é feito atrasado, é cobrada uma taxa mais alta de juros em muitos tipos de empréstimo. A correção monetária para ajuste das dívidas para a inflação pode também ser incluída em qualquer tipo de empréstimo, mas os valores usados para esse parâmetro tornam todos os empréstimos simulados sem correção monetária, dando assim um subsídio substancial do governo para os colonos. Destinar empréstimos sem correção monetária é baseado em várias consultas com representantes do Banco do Brasil em Altamira, de depoimentos do órgão de extensão (ACAR-PARÁ, hoje EMBRATER) e dos contratos de financiamento assinados pelos colonos.

Como uma parte dos processos de decisão para alocações de uso da terra, o número de trechos financiados precisa ser determinado para cada uma das operações relevantes. Considerando-se uma operação (tal como a derrubada) que pode ser auxiliada por um empréstimo, é feita uma verificação para ver se o colono é elegível para o empréstimo. Se for elegível, é feita uma determinação do fornecimento do empréstimo, baseado na probabilidade do financiamento da Tabela A.9. Essas probabilidades são para os colonos que tiveram um empréstimo aprovado e receberam o dinheiro no Banco, pois a lentidão da burocracia do governo normalmente resulta na não liberação da verba até depois que a estação para operações agrícolas já tenha passado na rodovia Transamazônica.

Se um empréstimo for realmente concedido, então precisam ser feitos ajustes adequados aos suprimentos de capital e de mão-de-obra do colono simulado. Junto com o insumo do capital do empréstimo, existe um custo pesado para o colono, tanto em tempo quanto em dinheiro gasto para obter o empréstimo. Estes custos só são arrecadados na simulação para os colonos que realmente recebem empréstimos, uma suposição otimista pois na realidade muitos colonos gastam tempo e dinheiro nos passos iniciais para obter os empréstimos mas na seqüência, fracassam em recebê-los porque o empréstimo não foi aprovado ou porque o colono não quis recebê-los após haver ocorrido atraso excessivo. O custo em dinheiro das idas ao banco para pagar o empréstimo não é incluído nesse ponto, mas é subtraído mais tarde no momento do pagamento no setor de alocação do produto.

Para tipos de empréstimo que são concedidos em uma base por hectare, a quantia do empréstimo adicionada para cada

trecho financiado é calculada multiplicando-se o tamanho de um trecho pela quantia por hectare. Isso é feito para cada trecho financiado. Para empréstimos de uma vez, como os que são concedidos para compra da terra, as quantias são geradas a partir da média e desvio padrão demonstrado para o total de quantias de empréstimo na Tabela A.9. Esses cálculos são feitos só uma vez. No caso dos empréstimos para sementes, do INCRA, o número de trechos financiados para a cultura é calculado das áreas sendo financiadas pelos empréstimos de custeio do Banco do Brasil para a cultura em questão (áreas financiadas em geral, não a área específica para cada colono individual, o qual pode ser insolvente e ainda receber empréstimos para sementes). Os custos para o colono simulado obter os empréstimos só são arrecadados uma vez, sendo que o custo é o mesmo se a área financiada for pequena ou grande. Em empréstimos para o assentamento (terra e casa, dívida no INCRA e bens duráveis) e empréstimos privados não têm custos em mão-de-obra ou em dinheiro. Para outros tipos de empréstimos o custo é deduzido do montante do empréstimo. Isso é feito por frações, a medida em que se considera cada trecho (o custo do financiamento dividido pelo número de trechos financiados provisoriamente) para evitar que o capital do colono se torne negativo. Desde que instrumentos de programação, tais como esses, foram incluídos, o financiamento é considerado, no procedimento de alocação do uso da terra, para determinar se um colono é capaz de orçar cada trecho adicional. O financiamento é considerado em uma base provisória e então todas as mudanças resultantes são desfeitas se, no fim, fica determinado que o colono não é capaz de fazer a alocação que está sendo considerada.

O valor usado para o custo médio em dinheiro do financiamento é de Cr75$1.041. Esse é o ponto médio na variação dos custos de financiamento de Cr$ 595-1.050 dada por Moran (1976: 86), assumindo-se que esses valores se referem ao cruzeiro de 15 de junho de 1974. Esse é um valor um tanto otimista, pois a agrovila estudada por Moran fica somente a 23 km da cidade de Altamira, enquanto que a área de estudo intensivo para o atual estudo de capacidade de suporte é centralizada em uma agrovila a 50 km da cidade (com os custos de transporte para Altamira duas vezes mais alto, com os custos de transporte para os escritórios de ACAR-PARÁ (agora EMBRATER) em Agrópolis Brasil Novo mais ou menos o mesmo). O valor é corrigido para os cruzeiros de 1 de janeiro de 1975 i.e. Cr75$).[1]

O desvio padrão do custo em dinheiro do financiamento é calculado das variações de valores dados por Moran (1976: 86). Os valores máximo e mínimo de 1 de janeiro de 1975 foram usados para aproximar o desvio padrão pelo método de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumindo-se que o número de observações de Moran é de 25 colonos, baseando-se em outros dados apresentados no estudo referido como uma "amostra de 50%" de uma agrovila (agrovilas normalmente abrigam 50 famílias). O valor do desvio padrão assim obtido é Cr75$148. O custo do

financiamento é gerado na simulação a partir do desvio padrão e da média para este custo uma vez por ano para cada colono que tenta obter financiamento.

A perda do trabalho em dias tentando obter um financiamento é gerada de maneira semelhante. O valor para a perda média de trabalho usada é vinte e quatro dias, o ponto central da variação de valores dada por Moran (1976: 86).[2] O desvio padrão foi aproximado usando-se os multiplicadores de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumindo-se um tamanho de amostra de 25 colonos. O valor do desvio padrão obtido desta é de 3,3 dias. A perda de trabalho também precisa ser rateada entre os vários meses do ano. As proporções da perda de trabalho para financiamento, distribuídas por cada mês do calendário, foram as seguintes: janeiro: 0,11, fevereiro: 0,00, mar,o: 0,00, abril: 0,00, maio: 0,11, junho: 0,08, julho: 0,08, agosto: 0,29, setembro: 0,11, novembro: 0,11 e dezembro: 0,00. Essas proporções foram calculadas a partir dos dias de cada uma das diferentes operações de financiamento, usando-se os pontos centrais das variações dadas por Moran (1976: 86). As operações são separadas por meses da seguinte maneira: fazer o plano (julho); confirmação e aprovação (agosto); recebimento de seis pagamentos (igualmente divididos entre: agosto, setembro, outubro, janeiro e maio); e o pagamento do juro do empréstimo (junho).

O dinheiro obtido do empréstimo é alocado na simulação de acordo com o tipo do empréstimo. Empréstimos para bens capitais vão diretamente para bens capitais na simulação, como é requisitado pelo banco mas algumas vezes passado por cima no fato real. Empréstimos privados vão para o dinheiro de consumo, as dívidas no INCRA não são acrescentadas a nenhum dos tipos de caixa, pois presume-se que no primeiro ano os colonos se alimentem com os salários do INCRA. O dinheiro de empréstimos para casas e terra nunca passa através das mãos do colono simulado, como é também o caso com os empréstimos para bens capitais e empréstimos do INCRA para sementes. Outros tipos de empréstimos são acrescentados ao capital do colono.

PREPARO DA TERRA

As decisões de uso da terra são uma parte do processo da alocação do uso da terra. Os trechos de terra disponíveis para alocação no lote são "cortados" (derrubados) ou preparados para plantio, em uma ordem guiada pela preferência do colono simulado para as diferentes categorias de terra disponível para a corte.

Na escolha do primeiro trecho a ser cortado para um dado lote e ano, o primeiro passo é a determinação de quais trechos no lote estão disponíveis para a corte. Aqueles não disponíveis incluem trechos que estão plantados com culturas perenes ou pastagem. Aqueles trechos que estão com mandioca (doce ou brava) no fim do ano agrícola anterior estão também não disponíveis, pois o período de crescimento da mandioca é maior do que um ano. Também, são considerados trechos não

disponíveis para corte se eles têm estado sob cultivo contínuo pelo número máximo de anos permitido antes que o mato torne impossível o plantio de uma nova cultura sem um período de intervalo de pousío. Aqui "cultivo contínuo" inclui culturas anuais, culturas perenes, pastagens, solo nu e mato (com menos de 240 dias). O período de pousío no intervalo será no mínimo até o estágio de "vegetação secundária" (acima de 240 dias). O número máximo de anos permitido em cultivo contínuo é um parâmetro de entrada, sendo usado um valor de dois anos de acordo com a prática normal na rodovia Transamazônica.

A cada um dos trechos considerado "disponível" para corte é designada uma categoria de classe de corte e é conservado um registro do número de trechos disponíveis em cada categoria. As categorias são: 1) mato ou terra nua, no fim do ano agrícola anterior (menos de 240 dias); 2) vegetação secundária com menos de 2 anos; 3) vegetação secundária de 2-3 anos; 4) vegetação secundária de 4-6 anos; 5) vegetação secundária de 7-11 anos; 6) vegetação secundária de 12-16 anos; 7) vegetação secundária de 17-20 anos; 8) vegetação secundária com mais de 20 anos; e 9) floresta virgem (floresta não derrubada anteriormente pelos colonos).

A seguir, o número de trechos financiados para derrubada da floresta virgem é determinado. Isso é feito de acordo com o procedimento previamente descrito para financiamento, baseado na elegibilidade do colono para empréstimos, áreas financiadas em programas de crédito do governo, etc.

O primeiro tipo de corte feito é a derrubada virgem financiada, até que o número de trechos financiados para derrubada virgem seja alcançado, ou até que os recursos do colono simulado estejam esgotados, o que ocorrer primeiro. Começando com um trecho escolhido ao acaso, os trechos são examinados até ser encontrado um trecho virgem, são feitos os ajustes apropriados no capital do colono simulado, dependendo dos termos de financiamento correntes no ano em questão.

Para trechos não influenciados pelo financiamento de derrubada virgem, a categoria de corte, ou categoria de idade, do trecho a ser cortado é escolhida (entre categorias para as quais existem alguns trechos disponíveis no lote), baseado em probabilidades de corte. As classes de derrubada representam as probabilidades de derrubada de alguma quantia dessa classe de uso da terra para fins de conversão a um uso que não seja pastagem, dada a existência no lote tanto da terra virgem quanto da categoria em questão. Essas probabilidades são calculadas como proporções de anos de lote onde a terra da categoria está disponível e então é derrubada (Fearnside, 1984e). As probabilidades usadas são: 1) mato e terra nua: 0,800 (N=60); 2) 8 meses - 2 anos: 0,750 (N=28); 3) 2 - 3 anos: 0,385 (N=13); 4, 5, 6, 7) 4 - 20 anos: tudo presumido como sendo 0,385 (o mesmo que categoria 3); 8) acima de 20 anos: presume-se que seja 1,0 (o mesmo que categoria 9); 9) virgem: 1,0. Esses valores para probabilidades de derrubada são parâmetros de entrada usados para representar o comportamento real dos colonos na rodovia Transamazônica. É

possível examinar os efeitos de mudanças hipotéticas nesse comportamento, tais como manutenção dos períodos de pousío de uma certa duração, alterando-se as probabilidades de corte para tornar as probabilidades para classe de idade abaixo da duração do período de pousío igual a zero e aqueles acima dele iguais a um.

Uma vez identificada a categoria a ser cortada, um trecho é escolhido e cortado nesta categoria. Esse processo continua enquanto progride o procedimento de alocação do uso da terra e termina quando a terra, o trabalho ou os recursos de capital foram esgotados.

ÁREA DE SUBSISTÊNCIA

Aprendizado do Colono e Comportamento na Alocação

A demanda de subsistência é determinada para o colono simulado pelo cálculo do número de hectares de culturas de subsistência necessárias para suprir as quantias de subsistência dessas culturas, inclusive uma margem de proteção contra colheitas pobres. O programa contém uma característica que permite aos colonos o aprendizado da experiência de todos os colonos na área, na estimativa de quanta terra será necessária para suprir as necessidades de subsistência, incluindo a margem para colheitas pobres. Essa característica pode ser incapacitada pelo usuário do programa, se desejar. Para fazer os ajustes do aprendizado, precisa-se computar o desvio padrão e médio de colheitas.

No primeiro ano (ou em execuções sem a característica de aprendizado) são usados a média esperada da colheita e o desvio padrão que entraram como parâmetros do programa. Esses valores iniciais são baseados em publicações oficiais de órgãos de colonização, presumivelmente correspondendo à aquilo que foi dito aos colonos para esperarem quando chegassem. A colheita esperada de arroz é de 1.500 kg/ha (Brasil, INCRA, 1972a: 195); para milho é de 1.500 kg/ha (p. 196); para feijão Phaseolus é de 800 kg/ha (p. 197); para feijão-de-corda Vigna também é presumido os mesmos 800 kg/ha; para mandioca brava é de 6.667 kg farinha/ha ano de crescimento (p. 196); e para macaxeira (mandioca doce) é presumida que é os mesmos 6.667 kg farinha/ha/ano de crescimento. Os desvios padrão são zero para todas as culturas, correspondendo à inexistência de variação nas colheitas. Nos anos subseqüentes, em execuções do programa com a característica de aprendizado, os desvios padrão e médio são ajustados de acordo com a experiência dos colonos simulados.

Margem de Segurança da área de Subsistência

Os hectares necessários para cada cultura de subsistência são calculados pela multiplicação das necessidades de subsistência do produto (calculada anteriormente) vezes o tamanho da família para o lote, acrescentando-se isso ao

produto do estatístico "z" do risco aceitável pelo colono e o desvio padrão esperado para colheitas da cultura e então corrigindo-se o resultado da deterioração esperada pela multiplicação pela soma da deterioração esperada mais um, e a divisão pela colheita mídia esperada para a cultura. O valor para a estatística "z" usado para calcular a margem de segurança que protege o colono contra o fracasso é calculado a partir de uma declaração oficial sobre o risco aceitável. Espera-se que no futuro sejam disponíveis melhores informações que reflitam o ponto de vista do próprio colono nesse item difícil de qualificar. O valor usado foi calculado a partir do Projeto RADAMBRASIL de classificação dos solos da área como tendo "boa produção" se estiverem "mostrando ligeiros riscos de estragos ou de fracasso na cultura devido à irregularidade na distribuição da chuva, com a probabilidade de ocorrência de uma vez em um período de cinco anos" (Brasil, RADAMBRASIL, 1974 Vol. 5: III/117). O período de cinco anos de média para um fracasso corresponde à probabilidade de 0,1294 de fracasso por ano, que corresponde à um valor estatístico "z" de 1,13.

No caso dos feijões, onde há dois tipos (feijão Phaseolus e o feijão-de-corda Vigna) e mandioca (doce e amarga), o tipo de feijão ou mandioca plantado para qualquer ano dado é selecionado e a colheita esperada correspondente a esse tipo é usada nos cálculos da área de subsistência. Um determinado colono só usa um desses tipos na simulação. A probabilidade do tipo Vigna (a probabilidade de que um colono plantará Vigna em vez de Phaseolus em um determinado ano, dado que um dos dois será plantado) é de 0,221, o que é baseado nas proporções das roças de "feijão" estudadas (120 roças de Phaseolus e 34 de roças de Vigna). A probabilidade do tipo mandioca doce (a probabilidade de que um colono plantará macaxeira (mandioca doce) em oposição à mandioca brava em um determinado ano, dado que uma das duas será plantada) é de 0,169, o que é baseado na proporção da variedade doce nas roças de mandioca estudadas (13 doce versus 64 amarga).

Para todas essas culturas (arroz, milho, "feijão" e mandioca) a área de subsistência requerida é calculada com o resultado dos kilogramas do produto para subsistência per cápita vezes o tamanho da família para o lote, mais o produto do estatístico "z" para fracasso aceitável e o desvio padrão esperado nas colheitas da cultura.

MODELANDO ALOCAçõES DE CULTURAS

Decisões de Consorciação

Uma vez tomada a decisão de alocar um trecho para uma dada cultura, o uso da terra precisa ser determinado, inclusive a consorciação com outras culturas. As decisões de consorciação são tomadas baseando-se nas probabilidades de dadas combinações aparecerem, dentro das restrições dos vinte e quatro usos de terra incluídos na simulação. As decisões de alocações originais são feitas na base de culturas simples, e

as culturas consorciadas são acrescentadas à essa cultura principal depois que é tomada a decisão de alocação.

A probabilidade de que o arroz seja plantado sozinho é de 0,43 (N=303 roças de arroz). A probabilidade de arroz consorciado com milho (solteiro, não milho + outra cultura) é de 0,41 (N=303 roças de arroz). A probabilidade de arroz consorciado com mandioca brava é de 0,07. A probabilidade de arroz com mandioca brava é calculada a partir da probabilidade geral de arroz com qualquer tipo de mandioca de 0,083 (25 de 303 roças de arroz) e a proporção de mandioca brava em roças de mandioca de qualquer tipo de consorciação, que é de 0,831 (64 roças de mandioca brava entre um total de 77 roças de mandioca). De maneira semelhante, a probabilidade usada para consorciação de arroz com mandioca doce (macaxeira) é de 0,01, calculado de 0,083 de probabilidade geral de arroz com mandioca e a proporção geral de macaxeira de 0,169. A probabilidade usada de arroz com ambos, milho e mandioca brava foi de 0,04, que é calculado a partir da probabilidade geral de arroz com milho e mandioca de 0,046 e a proporção geral de mandioca doce de 0,169. A probabilidade de arroz consorciado com capim é de 0,03, que é baseado na probabilidade de arroz com capim de 0,026 (8 de 303 roças de arroz) e probabilidade de arroz com capim e milho de 0,003 (1 de 303 roças de arroz, uma combinação não incluída explicitamente na simulação).

A probabilidade de Phaseolus plantado sozinho (em oposição ao plantado com milho verde; milho seco não é contado como uma cultura consorciada) é de 0,90 (N=120 roças de Phaseolus). Esse valor para Phaseolus sozinho na realidade inclui algumas outras combinações não explicitamente incluídas na simulação: 0,808 foi de Phaseolus sozinho, 0,067 foi de Phaseolus com mandioca, 0,008 foi de Phaseolus com milho seco e 0,075 foi de Phaseolus com outras culturas. Este é o único parâmetro de Phaseolus usado; o valor usado é menor que um, como no caso da soma das probabilidades das combinações de arroz. O remanescente (0,10) representa a probabilidade de Phaseolus ser plantado com milho verde. Isto é baseado na probabilidade de 0,092 para Phaseolus com milho verde somente (11 entre 120 roças de Phaseolus) e a probabilidade de 0,008 de Phaseolus com ambos, milho verde e mandioca (1 entre 120 roças de Phaseolus, uma combinação não incluída explicitamente na simulação).

A probabilidade de Vigna sozinho é 0,32 (N=34 roças de Vigna). Essa é a probabilidade de Vigna ser plantado, ou sozinho ou com outras culturas além de milho, verde ou seco. As probabilidades para qualquer uma das combinações são 0,147 para Vigna com mandioca e 0,147 para Vigna com outras culturas. Como a probabilidade de Vigna "sozinho" é a única probabilidade de consorciação usada como um parâmetro de entrada, a diferença entre isso e 1,000 representa a probabilidade de Vigna ser consorciado com milho, verde ou seco. Essa probabilidade é 0,68, que é baseada nas probabilidades de 0,206 para Vigna com milho seco, 0,235 para Vigna com milho verde, 0,000 para Vigna com milho

seco e mandioca, e 0,235 para Vigna com milho verde e mandioca (N=34 roças de Vigna).

A probabilidade para mandioca brava sozinha ou com outras culturas além de arroz ou milho é 0,62 (N=64 roças de mandioca brava) e a probabilidade de mandioca brava com milho é 0,08 (5 de 64 roças de mandioca brava). Essas probabilidades não somam um, a probabilidade restante de 0,30 representando a probabilidade da mandioca brava com arroz e milho (19 de 64 roças de mandioca brava).

A probabilidade da macaxeira (mandioca doce) ser plantada sozinha ou com outras culturas além de arroz ou milho é 0,91 (10 de 11 roças de macaxeira) e a probabilidade de macaxeira consorciada com milho é também 0,00 (0 de 11 roças de macaxeira). Essas probabilidades não somam um, sendo a probabilidade remanescente de 0,09 (1 de 11 roças de macaxeira) de macaxeira com arroz e milho.

As decisões de consorciação não são incluídas separadamente para milho a fim de evitar duplicação com as decisões de consorciação com outras culturas. Alocações que são feitas explicitamente com milho como a principal cultura são, portanto, designadas como milho sozinho e todo o milho que é consorciado é o resultado de designações com outras culturas como a cultura principal.

Alocações para cacau, pimenta-do-reino, pastagem sem animais e pastagem com animais são feitas diretamente sem consorciação.

Restrições da Mão-de-Obra e do Capital

São determinadas primeiramente as operações necessárias para a instalação do uso de terra proposto. Por exemplo, se o uso de terra proposto é arroz e o uso presente da terra é floresta virgem, o custeio tanto da derrubada virgem como do arroz (plantar, capinar e colher, incluindo empilhar e bater ou trilhar) precisa ser conferido. Existem quinze operações consideradas no programa: 1) derrubada; 2) roçagem (derrubada da vegetação secundária) (vegetação secundária é definida como não cultivado pelo menos há oito meses); 3) limpa de mato (sendo mato definido como não cultivado por 2-8 meses) 4) custeio de arroz (incluindo plantar, capinar e colher, mas não a derrubada de vegetação secundária ou limpeza de mato, como no caso do custeio nos empréstimos bancários 5) custeio do milho; 6) custeio de feijão Phaseolus ou Vigna; 7) custeio de mandioca doce ou brava (incluindo a produção da farinha para o controle de mão-de-obra mas não de capital; 8) estabelecimento do cacau; 9) estabelecimento de pimenta-do-reino; 10) estabelecimento de pastagem sem animais (plantio, não incluindo a construção de cercas ou currais); 11) estabelecimento de pastagem com animais (incluindo as cercas e currais); 12) manutenção do cacau (não incluindo o custo de fertilizantes); 13) manutenção do pimenta-do-reino (não incluindo o custo de fertilizantes); 14) manutenção de pastagem sem animais; e 15) manutenção de pastagem com

animais. Os controles exigem parâmetro para a necessidade de mão-de-obra total (Tabela A.10), necessidade de mão-de-obra masculina (Tabela A.11) e custos fixos para cada operação. As necessidades de mão-de-obra para as tarefas que compreendem cada operação são resumidas na Tabela A.12 e as necessidades de custo fixo são dadas na Tabela A.13.

(Tabela A-10)

TABELA A.10. MÃO-DE-OBRA TOTAL REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS POR MÊS

OPERAÇÃO	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Corte												
1. Floresta virgem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	6,9	8,0	0,0	0,0
2. Capoeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	4,8	0,0
3. Mato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,7	0,0
Culturas												
4. Arroz(a)	6,2	3,7	3,7	0,0	0,0	14,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Milho(a)	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0	0,0	0,0	2,0
6. Feijão(a)	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	6,2	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Mandioca(b)	0,0	20,3	20,3	20,3	20,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	20,3
Estabelecimento												
8. Cacau	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	6,0	0,0	22,0	22,0
9. Pimenta-do-reino	27,0	13,5	1,5	4,5	12,0	0,0	46,3	46,3	10,0	30,0	24,0	0,0
10. Pasto sim animais	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Pasto com animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Manutenção												
12. Cacau	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
13. Pimenta-do-reino	1,5	9,0	2,5	1,5	0,0	11,5	1,5	9,0	2,5	0,0	9,0	2,5
14. Pasto sim animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Pasto com animais	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,1	4,1	0,6	0,6	0,6	0,6

FONTE: Fearnside, 1980b.
NOTA: Mão-de-obra total requerida (independente de idade e sexo) em equivalentes de dia de homem/ha (veja texto para justificativa)

(a) Plantío, limpeza e colheita.
(b) Plantío, limpeza, colheita, e preparação de farinha

(Tabela A-11)

TABLA A.11. MÃO-DE-OBRA MASCULINA REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS POR MÊS

OPERAÇÃO	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Corte												
1. Floresta virgem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	6,9	8,0	0,0	0,0
2. Capoeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	4,8	0,0
3. Mato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,7	0,0
Culturas												
4. Arroz(a)	6,2	3,7	3,7	0,0	0,0	14,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Milho(b)	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	0,0	2,0
6. Feijão(a)	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	6,2	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Mandioca(b)	0,0	10,8	10,8	10,8	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	20,3
Estabelecimento												
8. Cacau	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	6,0	0,0	22,0	22,0
9. Pimenta-do-reino	27,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	46,3	46,3	10,0	30,0	24,0	0,0
10. Pasto sim animais	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Pasto com animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Manutenção												
12. Cacau	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
13. Pimenta-do-reino	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	10,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14. Pasto sim animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Pasto com animais	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,1	4,1	0,6	0,6	0,6	0,6

FONTE: Fearnside, 1980b.

NOTA: Mão-de-obra masculina requerida (homens adultos com pelo menos 18 anos) em dias de homem/ha (veja texto para justificativa).

(a) Plantío, limpeza e colheita.

(b) Plantío, limpeza, colheita, e preparação de farinha

(Tabela A-12)

TABELA A.12 MÃO-DE-OBRA REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Operação	Tarefa	Meses	Mão-de-obra total média requerida (dias de homem/ha)	DP	N	Fonte	Mão-de-obra masculino (% do total)	Notas
CORTE								
1. Floresta virgem	Broca	Jul., Ago.	11,45	7,04	21	Dados de campo	100	
	Derrubada	Ago., Set.	9,34	3,65	12	Dados de campo	100	
	Queimada	Out.	1,69	3,80	15	Dados de campo	100	
	Coivara	Out.	6,26	8,86	200	Dados de campo	100	Empilhamento de material não queimado para uma segunda queimada
	Corte	Set., Out.	20,0	----	1	Dados de campo	100	
2. Capoeira	Coivara	Nov.	4,79	7,06	40	Dados de campo	100	
3. Mato	Corte	Out.	7,00	5,18	6	Dados de campo	100	Preparação para plantio de arroz
	Coivara	Nov.	1,66	2,32	12	Dados de campo	100	
CULTURAS								
4. Arroz	Plantio	Jan.	6,23	6,26	13	Dados de campo	100	
	Capina	Fev., Mar.	7,40	5,40	207	Dados de campo	100	
	Colheita	Jun.	14,08	10,14	12	Dados de campo	100	
	Trilhagem	Jul.	4,07	1,26	4	Dados de campo	100	Para trilhagem manual. Para trilhagem com máquina requer 2 dias de homem/ha (Smith, 1976b: 158)
5. Milho	Plantío	Dez.	2,0			Smith, 1976b: 194	100	Presumido milho solteiro

	Capina	Fev., Mar.	9,93	9,43	141	Dados de campo	0	
	Colheita	Ago.	5			Smith, 1976b: 194	50	
	Remoção de sementes	Set.	5			Smith, 1976b: 194	50	
6. Feijão (*Phaseolus* ou *Vigna*)	Limpa	Abr.	10.9	(veja nota)				Limpa (limpeza de mato herbáceo em preparação para plantio) não é considerado como uma operação de "corte" no caso de feijão; Pontos médios entre as médias para as duas espécies usadas para necessidades
	Phaseolus		14.8	10,3	10	Dados de campo	100	
	Vigna		7.0	3,00	3	Dados de campo	100	
	Plantio	Abr.		(veja nota)				
	Phaseolus		2,49	1,16	2	Dados de campo	0	
	Vigna		2,49		0			
	Capina	Jun., Jul.	12,34	(veja nota)				
	Phaseolus		9,54	7,50	63	Dados de campo	0	
	Vigna		15,16	20,07	22	Dados de campo	0	
	Colheita	Jul.						
	Phaseolus		4,96	----	1	Dados de campo	100	
	Vigna		4,96		0			
7. Mandioca (brava ou macaxeira)	Plantio	Fev. - Mai.	4,07	4,39	2	Dados de campo	100	Todos os valores corregidos para dar mão-de-obra requerida por ano usando a média do período de crescimento de mandioca brava de 1,29 anos (DP=0,53, N=64); mão-de-obra para preparação de farinha baseado no rendimento médio de mandioca brava de 3.617,7 kg farinha/ha/ano de crescimento (DP=2.002,2, N=15) de dados de campo, e mão-de-obra de beneficiamento de 37 kg/dia de homem (Smith, 1976b: 158)
	Capina	Nov. - Dez.	8,53	6,05	27	Dados de campo	0	
	Colheita	(Toda mão-de-obra distribuída entre os 6 meses com menos trabalho)	11,63	----	1	Dados de campo	100	
	Fabricação de farinha		97,77			Dados de campo; Smith, 1967b: 158	50	

ESTABELECIMENTO

8. Cacau	Preparo da área	Dez.	12,0	Todos os números de: Brasil, INCRA, 1972a: 168	100	Valores de mão-de-obra calculados de equivalentes de mão-de-obra familiar dado para famílias de 2,5 adultos masculinos, derivado usando a mesma tabela de equivalentes usado no presente trabalho (Tabela A.37)
	Sombreamento provisório	Dez.	10,0		100	
	Sombreamento definitivo	Jan.	4,0		100	
	Construção de viveiro	Ago.	5,0		100	
	Enchimento de sacos plásticos	Ago.	6,0		0	
	Plantio de sementes	Ago.	4,0		0	
	Cuidado de mudas	Set.	6,0		0	
	Buracos para mudas	Nov.	16,0		100	
	Adubação	Nov.	2,0		100	
	Plantio de mudas	Jan.	16,0		100	
	Calagem	Nov.	4,0		100	
9. Pimenta-do-reino	Plantio de mudas (estacas) e adubação	Jan.	27,0	Todos os números de: Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	
	Capina durante estabelecimento	Fev.	9,0		0	
	Formação de montes de solo	Fev., Abr.	12,0		0	
	Tratamentos	Mar.	1,5		100	
	Cobertura morta	Mai.	12,0		0	
	Corte de estacas (tutores)	Jul.	46,3	Presunção	100	20 minutos/poste
	Transporte de estacas (tutores)	Ago.	46,3	Presunção	100	20 minutos/poste
	Limpeza da área	Set.	10,0		100	
	Buracos para mudas	Out.	30,0	Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	13 minutos/buraco
	Colocação de	Nov.	24,0		100	10 minutos/poste

	estacas (tutores)							
10. Pasto sim animais	Coleta de sementes	Jan.	2,3	---	1	Dados de campo	100	3 dias de homem/saco de 60 kg, suficiente para semearar 1,3 ha de *Panicum maximum*.
11. Pasto com animais	Corte de estacas para cerca	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 min./poste (espaçamento de 5 m, área do campo=22,7 ha, N=1).
	Transporte de estacas	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 minutos/poste
	Abertura de buracos	Jul. - Ago.	0,58			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	13 min.buraco, valor para postes de pimenta-do-reino
	Colocação de estacas	Jul. - Ago.	0,46			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	Para postes de pimenta-do-reino
	Colocação de arame	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 minutos/poste
	Construção de curral	Jul. - Ago.	4,76	---	1	Dados de campo	100	Curral de 150 m^2
MANUTENÇÃO								
12. Cacau	Adubação	Todas as tarefas distribuídas ao longo do ano inteiro	16,67			Brasil, ACAR-PARÁ, Unidade Operacional Altamira VI, s/d-b [ca. 1974]	100	Convertido do valor em días de homem/1.000 plântulas, usando a densidade recomendada de 1.111 árvores/ha
	Polvilhação		13,33				100	
	Poda		11,11				100	
	Colheita e beneficiamento		48,89				50	
	Capina		17,78				0	
13. Pimenta-do-reino	Capina	Feb., Jun., Ago., Nov.	35			Brasil, INCRA, 1972a: 169	0	
	Poda	Mai., Jun., Set., Dez.	10				100	
	Polvilhação	Jan., Abr., Jul.	6				100	

14. Pasto sim animais	Corte de vegetação secundária invasora	Jul., Ago.	2			Presunção	100	Baseado na baixo padrão de manutenção na área
15. Pasto com animais	Reparos e cuidado do rebanho	Todos os meses	6,60		2	Fearnside & Rankin, 1973, notas de campo	100	De duas fazendas cerca de Santarém
	Corte de vegetação secundária invasora	Jul., Ago.	7,00	5,18	6	Dados de campo	100	Presumido igual à porção referente a corte na operação de corte

FONTE: Fearnside, 1980b (1982b).

(Tabela A-13)

TABELA A.13. CUSTOS MONETÁRIOS FIXOS PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Operação	Item	Custo (Cr75$/ha)	DP	N	Observações
Corte					
1) Floresta virgem	Ferramentas	0			O custo de ferramentas manuais não parece colocar um limite significativo usando-se mão-de-obra familiar. Obs.: moto-serras podem ser substituídas aproximadamente ao mesmo custo por hectare por mão-de-obra contratada e portanto não está incluída explicitamente no programa.
2) Capoeira	Ferramentas	0			
3) Mato					
Culturas					
4) Arroz	Químicos em pilhas de arroz colhido	17,75	18,59	8	Custo por sacos para todas as culturas é deduzido do preço de venda em vez de ser considerado como um custo fixo que pode agir com um pré-requisito para o plantio, pois os sacos podem freqüentemente ser obtidos a credito na época da colheita.

5) Milho	Químicos, etc.	0	0	4	
6) Feijão (*Phaseolus* ou *Vigna*)	Químicos no tratamento da semente	7,60	--	2	
7) Mandioca (brava ou doce)	Cultivo	0			Custos do processamento (depreciação e operação do equipamento) são deduzidos dos preços de venda na simução--não é um pré-requisito para o plantio. Na rodovia Transamazônica os colonos que não têm equipamento podem usar a casa de farinha do vizinho em troca de 30% da produção.
	Fabricação de farinha	0			
Estabelecimento					
8) Cacau	Aldrin (6 kg)	74			De: Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI e CEPLAC, s/d.(*Ca*. 1974). Valores convertidos para Cr75$.
	Construções rústicas	77			
	Sacos plásticos	82			
	Pulverizador	315			
9) Pimenta-do-reino	Químicos, etc.	16,38			De: Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973. Valor convertido pa-

					ra Cr75$. Presume a densida- de recomendada de 1.111 plantas/ha.
10)	Pastagem sem animais	Sementes, ferramen- tas, etc	0		Não é considerado uma bar- reira significativa para o plantio.
11)	Pastagem com animais	Arame pa- ra cercas	74,34		Cerca de 4-arames baseado no preço de Altamira: Cr$350 por rolo de 500 m em fevereiro de 1975
		Gado	459,00		Cr75$2.500/cabeça preço de compra + Cr75$200/cabeça para transporte, presumindo-se a taxa do estoque a 0,17 cabeça/ha.
		Arame para curral	154,17	-- 1	

Manutenção

12)	Cacau	Trata- mento químico	61,52		40 kg/ha/ano de 1% inseticida BHC ao custo de Cr$1,00/kg em 1974 (Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI; e CEPLAC, s/d.(*Ca*. 1974). Nota: a depreciação do equipamento calculada em outra parte do programa.
13)	Pimenta- do- reino	Químicos + ferti- lizante	995,12		Insumos para 1.000 plantas são 15 kg de fungicida "Cuprovit" ou "Cuprosan", 1 litro de inseticida 100% "Malatol", 12 kg de insetici-

				da "Dithane M-45", 600 kg de fertilizante NPK, 4 litros de "Novapol", 3.000 kg de torta de mamona *Ricinus communis*, 500 kg de calcário dolomítico e 500 kg de farinha de osso (Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973). Correção feita para a inflação e para a densidade recomendada de 1.111 plantas/ha.
14)	Pastagem sem animais	Ferramentas etc.	0	Não é considerado uma limitação significativa.
15)	Pastagem com animais	Reparos de cercas, remédios, etc.	300,00	Presumido.

FONTE: Fearnside, 1980d, 1982b.

O primeiro controle feito é para a possibilidade de trabalho total sem mão-de-obra contratada. Para cada mês a necessidade de mão-de-obra total, calculada a partir das necessidades de mão-de-obra total mostrada na Tabela A.10 para a operação em questão e o tamanho do trecho, é subtraída dos valores para o suprimento de mão-de-obra para o mês. Se o suprimento da mão-de-obra da família for insuficiente, então a quantia de mão-de-obra suplementar contratada é determinada, junto com seu custo, baseado no custo de mão-de-obra para aquele mês. Os custos de mão-de-obra são baseados nas taxas vigentes no ano agrícola de 1974-1975, que era de Cr$15/dia para todos os meses exceto para o período da colheita do arroz (junho) e o período da derrubada (agosto-setembro), que era de Cr$20/dia (sem comida incluída no acerto para nenhuma das taxas). Se a quantidade de capital para o lote não for suficiente para pagar a mão-de-obra contratada, então o controle de suficiência de mão-de-obra e de capital será mal sucedido.

Se os suprimentos de mão-de-obra total são adequados, é feito um controle das necessidades de mão-de-obra masculina para determinar se é necessária mão-de-obra contratada adicional antes do retorno de um controle bem sucedido de suficiência de mão-de-obra. A mão-de-obra masculina disponível para cada mês é calculada a partir da mão-de-obra da família mais mão-de-obra contratada (toda a mão-de-obra contratada é considerada masculino adulto), menos a necessidade de mão-de-obra masculina como calculada a partir do produto da necessidade de mão-de-obra masculina por-hectare e o tamanho do trecho. Se a mão-de-obra masculina for insuficiente, então é testada a possibilidade de contratação de mão-de-obra externa para satisfazer essa necessidade. Se a quantidade de capital for maior do que o custo da mão-de-obra vezes o valor absoluto do déficit da mão-de-obra masculina para o mês, então a mão-de-obra é contratada com ajustes apropriados do capital. De outra forma o controle não é bem sucedido. Se a contratação da mão-de-obra para resolver o déficit da mão-de-obra masculina for praticável, então o produto do custo da mão-de-obra e dia de homem necessário é subtraído da quantidade de capital, e o valor para a quantia de mão-de-obra contratada usada é atualizada para refletir a contratação.

A viabilidade em termos de custos fixos de capital é a última necessidade verificada. Para isso, o capital é reduzido pelo produto do custo fixo por hectare para a operação, mês e tamanho do trecho. Se o capital torna-se negativo, então o controle não é bem sucedido. Se o controle foi bem sucedido até esse ponto, então é feita uma determinação da necessidade ou não de um segundo ciclo de controle.

Se a operação que acaba de ser controlada for a primeira parte de uma operação de duas partes, como uma cultura anual

em uma locação de floresta virgem, onde é preciso ser feito um controle para a operação de derrubada e outro para as necessidades do plantio até a colheita, então a operação (uma operação de corte) é re-designada (como uma operação de cultura) e os controles descritos acima de mão-de-obra total, mão-de-obra masculina e custos fixos são executados na nova operação. Se o controle não for bem sucedido em qualquer ponto, então o resultado que não foi bem sucedido é indicado para o uso da terra.

Escolhas da Cultura Comercial

A probabilidade do uso de várias culturas como culturas comerciais é determinada para o lote simulado usando-se as probabilidades para culturas simples (não combinações de culturas consorciadas) serem usadas como comerciais, baseando-se nas freqüências observadas entre os colonos que seguem cada um dos quatro padrões de uso da terra na rodovia Transamazônica. As probabilidades do uso da terra empregadas como parâmetros para o programa foram calculadas a partir de dados como o quociente do número de anos de hectare em cultura comercial de cada cultura em um dado padrão de uso da terra dividido pelo total dos anos de hectare em cultura comercial para aquele padrão de uso da terra. "Hectares comerciais" são áreas em excesso dos valores considerados razoáveis para as necessidades de subsistência somente dependendo da cultura. Essas áreas são para a designação de culturas simples, não combinações de consorciação. A divisão entre áreas de subsistência e comércio foi de 0,5 ha no caso de arroz, milho, Phaseolus e Vigna; 0,2 ha no caso da mandioca brava e da macaxeira e 0,0 ha no caso do cacau, pimenta-do-reino, pastagem sem animais e pastagem com animais. "Anos de hectare comercial" é o produto dos hectares comerciais e o número de anos de colono nos quais a terra foi alocada para essa cultura (ver Tabela 4.5).

Modelando Mudanças do Solo

QUALIDADES DE QUEIMADA

A distribuição dos meses de derrubada é apresentada na Tabela A-14.

(Tabela A.14)

TABELA A.14. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DA DERRUBADA DA FLORESTA VIRGEM

	Mês								
Item	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Número	1	2	16	31	180	82	37	14	363
Porcentagem	0,3	0,6	4,4	8,5	49,5	22,6	10,2	3,9	100

FONTE: Fearnside, s/d-d (1986f).
Média dos dias entre derrubada e queimada = 44,1 (DP = 65,3, N = 138).

Queimadas virgens simuladas são classificadas como "más" ou "boas" dependendo se a Equação A.5 ou A.6 der o valor maior.

$$Y = 3{,}2459 \times 10^{-3} A - 3{,}5933 \times 10^{-3} B + 3{,}4928 \times 10^{-3} C + 7{,}7949 \times 10^{-2} D + 1{,}5809 \times 10^{-1} E + 3{,}8381 \times 10^{-2} F - 6{,}1617 \qquad \text{Equação A.5}$$

onde:

Y = discriminador de má queimada
A = chuva entre derrubada e queimada (mm)
B = evaporação entre derrubada e queimada (horas)
C = insolação entre derrubada e queimada (horas)
D = chuva em 15 dias antes da queima (mm)
E = evaporação em 15 dias antes da queima (mm)
F = insolação em 15 dias antes da queima (horas)
(variância geral = $2{,}43 \times 10^{22}$, N=76).

$$Y = 1{,}2662 \times 10^{-3} A - 5{,}2735 \times 10^{-5} B + 2{,}5793 \times 10^{-3} C + 8{,}8626 \times 10^{-2} D + 1{,}827 \times 10^{-2} E + 3{,}1593 \times 10^{-2} F - 7{,}5752 \qquad \text{Equação A.6}$$

onde:
Y = discriminador de queimada boa
A - F = o mesmo que na Equação A.5
(variância geral = $2{,}26 \times 10^{20}$, N=171).

Estatísticas para funções disriminantes (Equações A.5 e A.6):

Distância Mahalanobis (D^2) = 0,686, estatística F = 5,89, $p<0{,}001$; Igualdade de covariâncias: gl = 21, 93.234, estatística F = 22,47, $p<0{,}0001$. Casos corretamente previstos = 74%, N=247.

(Tabela A.15)

TABELA A.15. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DO CORTE E QUEIMA DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA

Item	*Mês*								
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Total
				Corte					
Número	1	8	8	39	24	20	10	1	111
Porcentagem	0,9	7,2	7,2	35,1	21,6	18,0	9,0	0,9	100
				Queima					
Número	0	0	4	10	50	37	13	5	119
Porcentagem	0	0	3,4	8,4	42,0	31,1	10,9	4,2	100

FONTE: Fearnside, s/d-d (1986f).
Média de dias entre o corte e a queima = 52,6 (DP = 96,1, N = 79).

As queimadas simuladas de vegetação secundária são classificadas entre "más" e "boas" usando como funções discriminantes as Equações A.7 e A.8:

$$Y = 4{,}8378 \times 10^{-4} A - 1{,}3939 \times 10^{-2} B + 2{,}9030 \times 10^{-3} C - 1{,}3692 \times 10^{-1} \quad \text{Equação A.7}$$

onde:

Y = discriminador de má queimada
A = chuva entre corte e queima (mm)
B = evaporação entre corte e queima (mm)
C = insolação entre corte e queima (horas)
(variância geral = $9{,}92 \times 10^{11}$, N=31).

$$Y = -3{,}3761 \times 10^{-3} A - 2{,}0641 \times 10^{-2} B + 6{,}0930 \times 10^{-4} C - 1{,}0033 \quad \text{Equação A.8}$$

onde:

Y = discriminador de boa queimada
A - C = o mesmo que na Equação A.7
(variância geral = $1{,}29 \times 10^{13}$, N=23).

Estatísticas para as funções discriminantes (Equações A.7 e A.8): Distância Mahalanobis (D^2) = 0,566, estatística F = 2,39, $\underline{p}$ = 0,8; Igualdade de covariâncias: gl=6, 15.499, estatística F = 5,78, $\underline{p}$<0,0001. Casos preditos corretamente = 65%, N=54.

MUDANÇAS NO SOLO PELA QUEIMADA

Queimadas de Floresta Virgem

As mudanças das características do solo com a queimada podem ser modeladas com o seguinte conjunto de equações. Nos casos em que a qualidade da queimada representa um fator significativo, isso é representado em equações de regressão múltipla através de variáveis "dummy" (Draper & Smith, 1966: 134-141). Essas variáveis apresentam os efeitos de queimadas "boas" e "más" recebendo os valores de -1,0 e 1,0, respectivamente.

MUDANÇAS NO pH

As previsões das mudanças do pH devem ser feitas separadamente, dependendo da faixa de valores do pH inicial. As mudanças do pH para casos com um pH inicial de menos que 4,0 são dados por

$$Y = 1{,}538 - 0{,}266 A - 0{,}230 B \quad \text{Equação A.9}$$

onde:

Y = mudança do pH
A = variável "dummy" de qualidade de queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)
B = Al^{+++} inicial (meq/100g)
(p<0,0001, r=0,69, EP=0,609, N=87).

Nos casos em que o pH inicial for de 4,0 até 5,0, a mudança de pH com queimada virgem é dado por:

$$Y = 1,888 - 3,11 \times 10^{-2} A - 6,68 \times 10^{-2} \quad \text{Equação A.10}$$

onde:

Y = mudança de pH
A = argila total inicial (% peso seco)
B = erosão prevista por ano (mm)
(p<0,0001, r=0,54, EP=0,714, N=67).

Nos casos com um pH maior do que 5,0, a mudança do pH com queimadas virgens é dado por:

$$Y = 5,207 - 0,180 A - 0,814 B - 6,09 \times 10^{-4} C \quad \text{Equação A.11}$$

onde:
Y = mudança de pH
A = variável "dummy" da qualidade de queimada virgem (+1 para má; -1 para boa)
B = pH inicial
C = dias em culturas anuais
(p<0,0001, r=0,56, EP=0,717, N=180).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = 0,295 - 0,222 A - 0,224 B \quad \text{Equação A.12}$$

onde:
Y = mudança do alumínio (meq/100g)
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
B = variável "dummy" da qualidade da queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)

MUDANÇAS NO FÓSFORO

As mudanças do fósforo com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = -0,778 + 0,677\ A - 0,357\ B \qquad \text{Equação A.13}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = mudança prevista do fósforo a partir dos efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)
B = variável "dummy" de qualidade de queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)
($p<0,0001$, $r=0,46$, EP= 3,255, N=473).

MUDANÇAS NO NITROGÊNIO

Mudanças no nitrogênio com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = -5,80 \times 10^{-2} - 0,654\ A + 4,89 \times 10^{-2}\ B + 2,63 \times 10^{-2}\ C \qquad \text{Equação A.14}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)
A = nitrogênio inicial (% peso seco)
B = carbono inicial (% peso seco)
C = pH inicial
($p<0,01$, $r=0,46$, EP=$5,88 \times 10^{-2}$, N=52).

MUDANÇAS NO CARBONO

As mudanças do carbono são calculadas usando-se a mesma relação empregada para as mudanças do carbono em roças não queimadas e outros tipos de roças (Equação A.27). A mesma relação também vale para queimadas de vegetação secundária e de mato.

Queimadas de Vegetação Secundária

MUDANÇAS NO pH

Mudanças no pH com a queimada da vegetação secundária (roças com pelo menos oito meses de pousio) são dadas por:

$$Y = 3,4817 - 0,22603\ A - 0,23129\ B - 0,51758\ C - 3,2683 \times 10^{-4}\ D \qquad \text{Equação A.15}$$

onde:

Y = mudança do pH
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
B = mudança do alumínio (meq/100g)
C = pH inicial
D = dias em culturas anuais
(p=0,0001, r=0,51, EP=0,646, N=91).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio sob queimadas de vegetação secundária são dadas por:

Y = 0,16551 - 0,26687 A Equação A.16

onde:

Y = mudanças do alumínio (meq/100g)
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
($p<0,05$, r=0,37, EP=1,53, N=42).

MUDANÇAS NO FÓSFORO

As mudanças no fósforo sob queimadas de vegetação secundária são dadas por:

Y = -1,5170 + 0,74065 A - 0,83055 B Equação A.17

onde:

Y = mudanças do fósforo (ppm)
A = mudanças previstas do fósforo a partir de regressão para efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)
B = variável "dummy" de qualidade de queimada da vegetação secundária (+1 se for má; -1 se for boa)
($p<0,0001$, r=0,56, EP=2,620, N=78).

Queimadas de Mato

Os efeitos da queima do mato, definido como roças com menos de oito meses de pousío, podem ser previstas com o seguinte conjunto de equações. A qualidade de queimada do mato não tem um efeito significativo sobre nenhuma dessas mudanças de fertilidade do solo.

MUDANÇAS NO pH

As mudanças no pH com a queimada do mato são dadas por:

Y = 2,9749 - 0,16504 A - 0,51659 B Equação A.18

onde:

Y = mudança do pH

A = pH inicial

B = Al^{+++} inicial (meq/100g)

(p<0,001, r=0,51, EP=0,74525, N=62).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio com a queimada do mato são dadas por:

$$Y = 0,55043 - 0,39232\ B \qquad \text{Equação A.19}$$

onde:

Y = mudança do alumínio (meq/100g)

A = alumínio inicial (meq/100g)

(p<0,05, r=0,43, EP=1,8503, N=28).

MUDANÇAS NO FÓSFORO

A probabilidade de que não haja mudança no fósforo com a queimada do mato é de 0,262 (N=61). Para mudanças que não sejam de magnitude zero, a mudança pode ser prevista por:

$$Y = 3,9375 + 1,2668\ A \qquad \text{Equação A.20}$$

onde:

Y = mudança no fósforo (ppm)

A = mudança do fósforo por ano, prevista através de regres- são para efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)

(p<0,0001, r=0,50, EP=5,0023, N=45).

MUDANÇAS NO SOLO SEM A QUEIMA

As mudanças do solo sob usos de terra que não sejam a pastagem e que resultam de outros processos além da queimada são apresentados pelas equações que se seguem. As mudanças do solo são para períodos de um ano. As mudanças do pH são dadas por:

$$Y = 1,8594 - 0,4187\ A \qquad \text{Equação A.21}$$

onde:

Y = mudança do pH

A = pH da roça no come,o do ano

(p<0,0001, r=0,48, EP=0,8418, N=270).

Mudanças do alumínio em concentração são dadas por:

$$Y = 4{,}8516 \times 10^{-6} - 1{,}5033 \times 10^{-5} A - 1{,}5132 \times 10^{-4} B \qquad \text{Equação A.22}$$

onde:

Y = mudança do Al^{+++} (meq/100g)
A = Al^{+++} da roça no começo do ano (meq/100g)
B = mudança do pH
($p<0{,}0001$, $r=0{,}53$, EP=$1{,}4465 \times 10^{-4}$, N=97).

A equação acima exclui roças com alumínio igual a zero nas condições tanto de "antes" quanto de "depois".

Para predizer a mudança do fósforo, são necessárias relações separadas dependendo da faixa de valores do nível inicial de fósforo. Para níveis iniciais de fósforo de 1 ppm de fósforo total, a probabilidade de mudança zero é de 0,648 (N=108). Mudanças não zero são dadas por:

$$Y = -3{,}4733 + 1{,}4143 A \qquad \text{Equação A.23}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = mudança do pH da roça no come,o do ano
($p<0{,}001$, $r=0{,}58$, EP=1,9841, N=34).

Mudanças do fósforo (P total) nos casos em que o nível inicial do fósforo está na faixa de 2 - 9 ppm são dadas por:

$$Y = 2{,}1671 + 0{,}97151 A - 1{,}0405 B + 2{,}22395 \times 10^{-2} C \qquad \text{Equação A.24}$$

onde:

Y = fósforo (ppm)
A = mudança do pH
B = fósforo da roça no come,o do ano (ppm)
C = Proporção do tempo que a roça ficou nua ou em culturas anuais
($p<0{,}0001$, $r=0{,}69$, EP=2,5049, N=139).

As mudanças do fósforo nos casos em que o nível inicial do fósforo é de 10 ppm ou mais são dadas por:

$$Y = 6{,}8086 - 1{,}4363 A \qquad \text{Equação A.25}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)

A = nível do fósforo no começo do ano (ppm)

(p=0,0001, r=0,86, EP=6,5830, N=13).

As mudanças do nitrogênio (N total), excluindo as roças em pousío por três anos ou mais, são dadas por:

$$Y = -7{,}0371 \times 10^{-2} - 0{,}77136\,A + 9{,}1644 \times 10^{-2}\,B - 3{,}3756 \times 10^{-5}\,C - 1{,}2951 \times 10^{-2}\,D + 4{,}1763 \times 10^{-5}\,E \qquad \text{Equação A.26}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)

A = nitrogênio inicial (% peso seco

B = carbono inicial (% peso seco)

C = dias em culturas anuais

D = pH inicial

E = dias de pousío

(p<0,0001, r=0,77, EP=$3{,}6064 \times 10^{-2}$, N=114).

A mudança do carbono é dada pela Equação A.27. Nesse caso, em vez de excluir todos as pastagens, foram excluídos as roças com pastagens presentes durante mais de 25% do intervalo de comparação.

$$Y = 0{,}1156 + 4{,}3151\,A - 0{,}52549\,B + 3{,}8721\,C \qquad \text{Equação A.27}$$

onde:

Y = mudança do carbono (% peso seco)

A = mudança do nitrogênio (% peso seco)

B = carbono inicial (% peso seco)

C = nitrogênio inicial (% peso seco)

(p<0,0001, r=0,69, EP=0,21106, N=193).

A equação da mudança do carbono é usada para todas as roças, incluindo as roças queimadas e pastagem.

MUDANÇAS NO SOLO SOB PASTAGEM

As mudanças do solo sob pastagem são simuladas usando-se as seguintes equações. As mudanças incluem o sinal da

mudança. As mudanças do fósforo sob pastagem são dadas por:

$$Y = 1,28 - 0,622\ A \qquad \text{Equação A.28}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = fósforo inicial (ppm)
($p<0,05$, $r=0,76$, $EP=1,23$, $N=10$).

As mudanças do nitrogênio sob pastagem são dadas por:

$$Y = 0,094 - 0,691\ A \qquad \text{Equação A.29}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)
A = nitrogênio inicial (% peso seco)
($p<0,05$, $r=0,73$, $EP=0,059$, $N=10$).

Mudanças do carbono sob pastagem são dadas pela Equação A.30. Deve-se notar que uma distribuição desigual dos valores do carbono inicial torna essa relação não confiável.

$$Y = 0,853 - 0,655\ A \qquad \text{Equação A.30}$$

onde:

Y = mudança do carbono (% peso seco)
A = carbono inicial (% peso seco)
($p<0,05$, $r=0,76$, $EP=0,383$, $N=10$).

Mudanças no pH são dadas por:

$$Y = 3,139 - 0,875\ A - 0,547\ B \qquad \text{Equação A.31}$$

onde:

Y = mudança no pH
A = pH inicial
B = inverso do número de anos no intervalo de comparação
($p<0,01$, $r=0,86$, $EP=0,250$, $N=10$).

O alumínio é calculado usando-se a relação para a qualidade inicial do solo (Equação A.1).

FERTILIZANTES E CALCÁRIO

Os suprimentos de capital e mão-de-obra do colono simulado precisam ser ajustados para a manutenção de culturas perenes e pastagens já estabelecidas no lote. As culturas

estabelecidas são presumidas como mantidas (depois de satisfazer as necessidades de subsistência) independentemente da viabilidade de capital e de mão-de-obra.

A mão-de-obra (total) da família, mão-de-obra masculina e o capital necessários para as operações de manutenção são determinados para cada mês do ano. O déficit em qualquer dos requisitos de mão-de-obra, caso haja algum, é calculado e isso é suprido usando-se mão-de-obra contratada (com deduções apropriadas dos suprimentos de capital) se for possível. Para cacau e pimenta-do-reino, a adubação e calagem para a manutenção depois do ano do plantio são determinadas separadamente na simulação, pois nem todos os colonos reais usam fertilizantes (embora possamos fazer todos os colonos simulados usarem fertilizantes com um conjunto apropriados de probabilidades de fertilização). A decisão de fertilizar o cacau ou a pimenta-do-reino é tomada uma vez por cada lote e ano, no momento da primeira operação de manutenção da cultura envolvida. O valor usado para a probabilidade de fertilização da pimenta-do-reino é de 0,539 (N=26 colonos nos registros do governo: 20 casos do Brasil, ACAR-PARÁ, 1974a). A probabilidade usada para a fertilização do cacau é 0,250, um valor intermediário entre a probabilidade presumida pelo governo de um e a probabilidade de zero indicada pelos dados de campo (N=4).

Se uma cultura perene é fertilizada, presume-se que as dosagens recomendadas pelo governo são seguidas. Se a pimenta-do-reino for fertilizada, as doses são calculadas baseando-se nos níveis de nutrientes no solo do trecho e na idade das plantas de pimenta-do-reino. As dosagens usadas para as várias categorias são mostradas na Tabela A.16. A calagem só é feita no primeiro ano da cultura, também seguindo a dosagem da Tabela A.16.

(Tabela A-16)

TABELA A.16. RECOMENDAÇÕES DO GOVERNO PARA A FERTILIZAÇÃO DE PIMENTA-DO-REINO

Solo Inicial	Ingrediente Ativo da Fertilizante	Dose do ingrediente ativo (kg/ha) Idade da pimenta (anos)			
		1	2	3	4 ou mais
P ≤ 10 ppm	P_2O_5	70	100	150	300
P > 10 ppm	P_2O_5	30	40	50	100
K ≤ 45 ppm	K_2O	60	80	100	200
K > 45 ppm	K_2O	0	0	25	50
N (todos os níveis)	N	40	60	80	100
C (todos os níveis)	torta de algodão[a]	2.222	2.222	2.222	2.222
Al^{+++} ≥ 0,3 meq/100g e: $Ca^{++} + Mg^{++}$ <4 meq/100g	calcário dolomítico	0	0	140	280
Al^{+++}≥ 0,3 meq/100g e: $Ca^{++} + Mg^{++}$ ≤ 4 meq/100g	calcário dolomítico	122	140	280	560
Al^{+++} < 0,3 meq/100g	calcário dolomítico	[b]	0	0	0

FONTE: Brasil, Ministério da Agricultura, IPEAN, 1966; Fearnside, 1980a.
[a]5,71 kg esterco é equivalente a 1 kg de torta de algodão (Albuquerque & Condurú, 1971: 110).
[b]2.000 kg/ha calcário por unidade de Al^{+++} expressa em meq/100g de solo seco ao ar.

Se o cacau for fertilizado, é seguida uma programação semelhante de dosagens de fertilizantes e de calcário, dependendo da qualidade do solo e idade das plantas. Isso é dado na Tabela A.17. Calagem também é feita somente no primeiro ano da cultura.

(Tabela A-17)

TABELA A.17. RECOMENDAÇÕES DO GOVERNO PARA A ADUBAÇÃO DO CACAU.

Análise do Solo Inicial	Ingredientes Ativos da Adubação	IDADE DO CACAU (anos) 1	2	3 ou mais	Percentual do Ingrediente Ativo (a)	Fertilizante
P < 10 ppm	P_2O_5	25	50	100	48	Superfosfato Triplo
P > 10 ppm	P_2O_5	0	10	25	48	Superfosfato Triplo
K < 45 ppm	K_2O	25	50	200	60	Cloreto de Potássio
K > 45 ppm	K_2O	0	10	50	60	Cloreto de Potássio
N todos os níveis	N	10	20	50	20	Sulfato de Amônia
Al^{+++} > 0,2 meq/100 g	calcário dolomítico	2.000 kg/ha por unidade Al^{+++} expresso em meq/100g	0	0	100	Calcário Dolomítico

FONTE: Brasil, IPEAN, 1966.

NOTA: Ingrediente ativo kg/ha.

a) Cruz *et al*., 1976: 6.

O custo do fertilizante e calcário usados é deduzido do capital do colono simulado. Os preços dos fertilizantes e calcário são dados na Tabela A.18. A fertilização é feita antes de calagem; se o colono não tiver capital suficiente para fertilizar um trecho, então não é feita nem a fertilização e nem a calagem. Se um colono fez a fertilização mas não tem dinheiro suficiente para a calagem do trecho, então não é feita a calagem.

(Table A-18)

TABELA A.18. PREÇOS DE FERTILIZANTES E CALCÁRIO EM ALTAMIRA

Item	Data	Preço na Data	Cr75$/kg [a]	Ingrediente Ativo	Percentual do Ingrediente Ativo	Ingrediente Ativo Cr75$/kg
Superfosfato Triplo	10 de abril de 1976	4,70 [b]	2,72	P_2O_5	46 [c]	5,40
Ureia	10 de abril de 1976	4,60 [b]	2,66	N	45 [c]	5,41
Cloreto de Potássio	10 de abril de 1976	2,70 [b]	1,56	K	60 [c]	2,60
Calcário Dolomítico	10 de abril de 1976	0,75 [b]	0,43	Calcário dolomítico	100	0,43
Adubo Orgânico[d]	17 de julho de 1974	0,25 [e]	0,31	Equivalente a esterco de boi	50 [f]	0,61

a) Valores do Cruzeiro corrigidos para 1 de janeiro de 1975, usando-se inflação de 35% ao ano.

b) Preços de Brasil Norte Ltda., Altamira (onde os colonos financiados compram insumos).

c) Coelho & Varlengia, 1972: 1972: 181.

d) Feijão deteriorado e farelo de arroz.

e) Media de Cr$0,30/kg para farelo de arroz e Cr$0,20/kg para feijão deteriorado pago por um colono de descendência japonesa que estava usando 2.222 kg/ha de cada um na pimenta-do-reino.

f) Calculado (para fins de custo) do fato que a dose da mistura de feijão deteriorado e farelo de arroz (nota e) era o dobro ro da dose de esterco recomendada para pimenta-do-reino.

As mudanças nos nutrientes do solo pela fertilização e calagem são feitas quando um trecho é fertilizado ou calado. As mudanças no pH são calculadas de:

$$Y = 0{,}009 + 4{,}05 \times 10^{-4} A \qquad \text{Equação A.32}$$

onde:

Y = mudança do pH

A = a dose de calcário dolomítico em kg/ha

($p<0{,}0001$, $r=0{,}99$, $N=10$).

Os dados para a regressão na Equação A.32 vêm de uma experiência com calcário na Zona Bragantina, onde o solo é latosol amarelo (Ultisol) com um pH inicial de 3,9 (Struchtemeyer et al., 1971: 22). As mudanças do pH para a regressão são 28 dias após a aplicação, e só foram usadas doses de calcário até 8.000 kg/ha (Fearnside, 1978: 549-550). Presume-se um limite máximo de 9,0, acima do qual a calagem não pode elevar o pH.

As mudanças no alumínio do solo provenientes de calagem são calculadas usando-se a mesma regressão do alumínio sobre o pH e conteúdo de argila usada para gerar valores de alumínio para o solo sob floresta virgem (Equação A.1). Os dados das mudanças no alumínio não estão incluídos no relatório dos testes de calagem da Zona Bragantina, embora uma curva desenhada a mão da tendência no alumínio (Struchtemeyer et al., 1971: gráfico 5) indique que é mantida a relação de pH, que é muito semelhante à relação encontrada entre o alumínio e o pH em solo virgem no atual estudo. Os valores para o alumínio são, naturalmente, impedidos de assumirem valores negativos na simulação.

As mudanças no fósforo do solo com a fertilização são calculadas usando-se a regressão dada por:

$$Y = 0{,}0568 A - 6{,}41 \qquad \text{Equação A.33}$$

onde:

Y = mudança no fósforo (ppm)

A = P_2O_5 aplicado (kg/ha)

($p<0{,}0001$, $r=0{,}99$, $N=14$).

Os dados usados para a regressão na Equação A.33 procedem de experiências na zona do cerrado (North Carolina State University, 1974: 89 e 101). É presumido um limite máximo de 100 ppm, acima do qual o fósforo do solo não pode ser elevado através da fertilização.

O fato de que um trecho foi fertilizado é guardado para uso em um ajuste temporário dos níveis de carbono do solo como

um resultado de aplicação de esterco (um efeito que se dissipa depois de um ano) na sub-rotina de produção de pimenta-do-reino.

Somente cacau e pimenta-do-reino são fertilizados na simulação. A pastagem não é fertilizada na simulação, nem é fertilizada pelos colonos reais na rodovia Transamazônica.

EROSãO DO SOLO

A erosão do solo (definida operacionalmente, para os propósitos de modelagem das mudanças da fertilidade do solo, como o abaixamento da superfície do solo) pode ser prevista baseando-se na declividade, informações meteorológicas e composição do solo. Essa medida de erosão realmente inclui também a compactação do solo, mas isso não diminui a utilidade da medida na previsão das mudanças da fertilidade, pois as mudanças na fertilidade, como podem ser demonstradas empiricamente (através da análise de regressão) são relacionadas a essa medida de erosão entre outros fatores.

A erosão foi medida na área usando-se uma série de 47 quadras de estacas (Fearnside, 1980c). Cada quadra era um conjunto de 15 pedaços de cano de plástico enfiado no chão com uma fenda cortada na estaca na altura da superfície. A queda ou elevação no nível do terreno poderia então ser medida mais tarde usando-se uma régua.

As taxas de erosão dependem do uso da terra. Foi considerado o uso da terra aquele existente no dia em que foi registrada a chuva máxima em um período de 24 horas. A média da erosão ao nível de quadra em locais ou de terra nua (menos de 60 dias sem cultivo) ou em roças de culturas anuais de tipos diferentes (arroz, milho, mandioca e feijão Phaseolus) foram todas semelhantes. A regressão usada na simulação para quadras nessas condições é dada por:

$$Y = 0{,}164\ A + 1{,}88 \times 10^{-3}\ B + 1{,}43 \qquad \text{Equação A.34}$$

onde:

Y = erosão da quadra (mm/ano)
A = declive da quadra (%)
B = chuva enquanto a terra for nua ou sob culturas anuais (mm)
($p<0{,}0001$, $r=0{,}89$, EP=2,13, N=17 médias de quadras).

Para outros usos foi usada a erosão em estacas individuais. Declive da estaca (declives sobre distâncias de 30 cm) é relacionada ao declive da quadra (declives sobre distâncias de cerca de 20 m) por:

$$Y = 0{,}462\ A + 313 \qquad \text{Equação A.35}$$

onde:

Y =

declive da estaca (%)

A = declive da quadra (%)

($p<0,001$, $r=0,89$, EP=4,94, N=705 estacas, 47 quadras, gl=45).

A erosão sob pimenta-do-reino é dada por:

$$Y = 0,712\ A + 6,05 \qquad \text{Equação A.36}$$

onde:

Y = erosão da estaca (mm/ano)

A = declive da estaca (%)

($p<0,001$, $r=0,55$, EP=6,10, N=39 estacas).

As medições de erosão nas estacas durante o período de observação, o qual foi de cerca de um ano em todos os casos, são mostradas na Tabela A.19 para usos de terra para os quais as regressões não puderam ser desenvolvidas.

(Tabela A.19)

TABELA A.19. QUEDAS NO NÍVEL DO SOLO SOB OUTROS USOS

Uso da Terra	Média (mm/ano)	DP	N (estacas)
Mato (2-8 meses de pousío)	8,1[a]	5,4	56
Vegetação secundária (> 8 meses de pousío)	6,9[a]	8,7	68
Pastagem	6,7[a]	11,8	105
Cacau jovem	10,0	8,3	40
Floresta Virgem	7,5[b]	5,1	75

FONTE: Fearnside, 1980e (1980c).

[a]Médias que não são significativamente diferentes. Variâncias diferem significativamente ($p < 0,0001$, $F = 25$, $gl = 3, 144.710$).

[b]Acredita-se que seja alta.

Produções das Culturas

MILHO

A regressão da produção de milho e os multiplicadores associados a esta são derivados de um conjunto inicial de dados de 224 roças de milho. Isso foi primeiro selecionado para remover as roças com: 1) áreas de menos de um hectare; 2) dados questionáveis devido a contradições percebidas ou imprecisão nas respostas dos colonos; 3) casos onde as amostras de solo não vieram do local da roça mas de um local próximo semelhante com história idêntica; e 4) casos com dados incompletos para quaisquer variáveis de regressão: pH do solo, densidade do plantio, densidade de arroz consorciado e densidade de mandioca consorciada. Categorias excluídas de dados válidos foram os casos com danificação por ratos das densidades 3 ou 4, casos com anotação de germinação pobre; e casos com anotação de doenças.

Nos casos em que a densidade do plantio do milho não era conhecida a partir de medições diretas de campo, a densidade foi estimada usando-se uma regressão de densidade sobre o peso das sementes plantadas por hectare, forçada através da origem. Essa regressão é dada por:

$$Y = 414{,}88\ A \qquad \text{Equação A.37}$$

onde:

Y = densidade do plantio do milho (plantas/ha).
A = sementes plantadas (kg/ha).
($p<0{,}0001$, $r=0{,}65$, EP=56,40, N=75).

Para a regressão que prevê as produções de milho a partir de informação de solos e consorciação, as produções de milho são dadas diretamente em kilogramas por mil plantas. Os valores do pH são ajustados para 6,0 de acordo com o modelo de resposta linear e platô (Waugh et al., 1975).

A equação de regressão para a previsão da produção do milho é dada por:

$$Y = 125{,}46\ A - 2{,}92 \times 10^{-2}\ B - 2{,}22 \times 10^{-2}\ C - 8{,}16 \times 10^{-4}\ D - 330{,}00 \qquad \text{Equação A.38}$$

onde:

Y = produção de milho (kg/1.000 plantas)
A = pH (ajustado para 6,0)
B = densidade do plantio do milho (plantas/ha)

C = densidade de mandioca consorciada (plantas/ha)
D = densidade de arroz consorciado (plantas/ha)
($p<0,05$, $r=0,65$, EP=151, N=28).

FEIJÃO PHASEOLUS

A densidade do plantio em plantas por hectare é gerada a partir da regressão na Equação A.39, a qual é forçada através da origem:

$$Y = 1602,8\ A \qquad \text{Equação A.39}$$

onde:
Y = densidade do "feijão" Phaseolus ou Vigna) (plantas/ha)
A = peso das sementes plantadas (kg/ha)
($p<0,0001$, $r=0,82$, EP=55.966, N=28).

(Tabela A.20)

TABELA A.20. RESUMO DAS VARIÁVEIS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO *PHASEOLUS*

Item	Média	Desvio Padrão	N
Sementes plantadas (kg/ha)	29,18	26,15	112
Densidade do Plantio (plantas/ha)	52.666	49.036	114
Milho Consorciado:			
freqüência	11,7%		120
densidade do milho (plantas/ha)	1.698,4	3.688,2	13
Freqüência do plantio em solo previamente plantado quando solo virgem é disponível	9,1%		55

A regressão acima foi executada juntando-se 20 roças de Phaseolus e 8 de Vigna. Quando se executaram regressões semelhantes com o conjunto menor de dados para Phaseolus somente, foi obtido um coeficiente de 1.595,5 ($p<0,0001$, $r=0,82$, EP=257,15, N=20).

Os dados para a regressão da produção de Phaseolus e ajustes associados vem de um conjunto de dados originais de 120 roças de Phaseolus. Isso foi selecionado para remover roças com uma área menor do que um hectare; dados questionáveis (contradições observadas ou imprecisão nas respostas dos colonos) para produção, doenças ou áreas e dados incompletos para produção, densidade, densidade de milho consorciado, doença ou pH do solo. As categorias excluídas dos dados válidos foram as roças com doença de qualquer intensidade e roças com relatório de germinação pobre. Para uso na regressão, foram ajustados os valores do pH para 5,7. O valor crítico de pH 5,7 vem de Coelho & Verlengia (1972: 133). A produção de Phaseolus é dada por:

$$Y = 267,64 - 69,765\ A + 13,777\ B - 1,50 \times 10^{-3}\ C \quad \text{Equação A.40}$$

onde:

Y = produção de Phaseolus (kg/kg semente plantada)
A = densidade do plantio ($\log_{10}$ plantas/ha)
B = pH (ajustado para 5,7)
C = densidade de milho consorciado (plantas/ha)
($p<0,05$, $r=0,79$, EP=29,80, N=13).

(Tabela A.21)

TABELA A.21. RESUMO DAS CONDIÇÕES EXCLUÍDAS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO *PHASEOLUS*

Item	Média	Desvio Padrão	N
Germinação pobre:			
freqüência	5,8%		120
efeito sobre produção[a]	1,002		1
Doença:			
freqüência			
geral	67%		115
solo virgem	78%		50
previamente plantado	100%		5
Efeito sobre a produção	0,3496	0,5728	32

[a]Foi tomada uma decisão *a priori* para excluir germinação pobre de todas as regressões de produção das culturas.

FEIJÃO-DE-CORDA VIGNA

A regressão da produção e valores multiplicadores são derivados de uma série de dados consistindo de 34 roças de Vigna. Isso foi selecionado pela eliminação das roças com uma área de menos de 0,5 ha; dados questionáveis para produção, densidade ou área; casos onde a amostra não veio de uma roça de Vigna mas de uma roça próxima com uma história idêntica; roças com uma produção calculada antes de ensacar (nenhum caso real); e roças com dados incompletos para produção, área, doença, ou pH do solo. Categorias excluídas dos dados válidos foram: roças com doença de qualquer intensidade; roças com problemas de germinação relatados (nenhum caso real); e roças com ataque de coelhos de intensidade 3 ou 4 (pesado e muito pesado).

Para o propósito de modelagem, os valores simulados do pH foram ajustados para 6,0. Nenhum caso real na série de dados usados para a regressão de produção tinha valores de pH tão altos, assim não foram feitos ajustes na análise dos dados. A regressão para prever as produções de Vigna são dados por:

$$Y = 20{,}81\ A - 84{,}40 \qquad \text{Equação A.41}$$

onde:

Y = produção de Vigna (kg/kg semente plantada)

A = pH (ajustado para 6,0)

(p=0,054, r=0,87, EP=13,895, N=5).

(Tabela A.22)

TABELA A.22. RESUMO DAS VARIÁVEIS E DAS CONDIÇÕES EXCLUÍDAS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO-DE-CORDA *VIGNA*

Item	Média	Desvio Padrão	N
	Variáveis		
Sementes plantadas (kg/ha)	8,10	7,82	30
	Condições excluídas		
Doença			
freqüência	14,3%		28
efeito sobre a produção	0,0876		1
Coelhos (intensidade 3 or 4)			
freqüência	17,65		34
efeito sobre a produção	0,677		1
Germinação pobre			
freqüência	0%		
efeito sobre a produção	?		

MANDIOCA BRAVA

O período de crescimento da mandioca brava (amarga) é gerado, ou seja, obtido na simulação, a partir do período médio de crescimento de 472 dias e desvio padrão de 193 dias (N=64). Para períodos de crescimento de menos de um ano o multiplicador do período de crescimento é gerado a partir da proporção média da produção de mandioca com 1-2 anos de idade: 31,8 (DP=0,40, N=7). O multiplicador médio correspondente para roças com mais de dois anos de idade é 0,40 (DP=3,7, N=3).

Os dados para os cálculos dos multiplicadores e da regressão da produção da mandioca brava vêm de uma série inicial de dados de 64 roças. Isso foi selecionado para eliminar roças com menos de 0,5 ha de área e roças com dados incompletos para período de crescimento, produção ou área. Categorias excluídas dos dados válidos para a regressão foram as roças com crescimento de menos de um ano e mais de dois anos. Não foram executados ajustes ou transformações nos dados usados na regressão, mas os valores do pH foram ajustados para 5,0 na simulação pois esse foi o maior valor de pH presente na série de dados selecionados. Esse é também um valor razoável para o pH crítico acima do qual maiores elevações não vão melhorar a produção de mandioca. Sabe-se que os valores do pH do solo abaixo de 5,0 reduzem a produção (Almeida & Canúchio Filho, 1972: 160).

A regressão para prever a produção de mandioca brava foi dada por:

$$Y = 4.124,4\ A - 17.369 \qquad \text{Equação A.42}$$

onde:

Y = produção de mandioca brava (kg farinha/ha/12 meses de crescimento)

A = pH (ajustado para 5,0

($p<0,05$, r=0,93, EP=414,22, N=5).

MACAXEIRA (MANDIOCA DOCE)

O período de crescimento da macaxeira é gerado (média=471 dias, DP=103, N=11). Então o pH é ajustado para 5,0, sendo esse valor crítico o mesmo que o usado no caso da mandioca brava. Os dados para o ajuste do período de crescimento e regressão para a previsão da produção de macaxeira são tirados de uma série de dados iniciais de 13 roças de macaxeira. A série de dados foi selecionada para eliminar as roças com áreas de menos de 1,0 ha. Foi requisitada uma área mínima maior para a macaxeira do que para a mandioca brava devido ao vício em roças pequenas por causa da prática de colher a

macaxeira de pouco em pouco para comer cozida ou usar na alimentação de porcos. Infelizmente, não somente precisa-se de áreas maiores para dados confiáveis mas, como as plantações de macaxeira são geralmente menores do que no caso de mandioca brava, muitas roças foram eliminadas. Foram também eliminados quaisquer roças com dados incompletos sobre produção, período de crescimento, área ou pH. Categorias de dados válidos que foram excluídos da regressão eram as roças com um período de crescimento de menos de um ano e as roças com períodos de crescimento de mais de dois anos (esta última condição não existiu em nenhum caso real). A regressão obtida foi dada por:

Y = 587,53 A - 1.559,2	Equação A.43

onde:

Y = produção de macaxeira (kg farinha/ha/12 meses de crescimento)

A = pH (ajustado para 5,0)

(p=0,26, r=0,92, EP=81,50, N=3).

Existem várias razões para o uso da regressão acima apesar da falta de significância estatística e do pequeno número de observações. A regressão faz um paralelo com os resultados para mandioca brava, exceto que as produções da macaxeira são mais baixas. A regressão também confirma impressões de campo.

Em 15 por cento dos casos onde o período de crescimento é menor do que um ano, o multiplicador do período de crescimento (média=3,77, DP=3,74, N=2) ajusta as produções para refletir a taxa de crescimento mais rápido dos tubérculos durante o primeiro ano de crescimento.

PASTAGEM E GADO

A relação usada para a predição da produção do capim colonião Panicum maximum) a partir do fósforo do solo para uso em modelagem foi derivada de experiências feitas com uma outra espécie de capim, braquiária Brachiaria decumbens) em Belém (Serrão et al., 1971). O solo no local das experiências em Belém, era também um latosol amarelo (Ultisol), baixo em fósforo (2 ppm). Para derivar o valor da produção base usada (303,0 kg peso seco/ha/ano), foi feita uma correção para a diferença de produção entre Brachiaria decumbens e Panicum maximum usando-se um fator de 1,12 (Viégas & Kass, 1974: 33).

Foram calculadas as produções como proporções da produção base de capim. A produção base representa o que seria esperado para Panicum maximum em Altamira no solo com um nível de fósforo total de 2 ppm.

A correção usada para a competição de plantas invasoras vem de dados disponíveis a partir de experiências com Brachiaria feitas em Belém, que permitem o calculo da

proporção do peso seco total composto por ervas não comestíveis em anos sucessivos sob pasto não fertilizado (Simão Neto et al., 1973: 9). As proporções para os anos quarto e quinto foram presumidos (otimisticamente) como sendo iguais aos do terceiro ano. A produção simulada de peso seco de capim é então convertida em produção de carne. Isso é feito primeiro pela conversão do peso seco de capim para nutrientes digeríveis totais, usando-se um fator de 0,54 (baseando-se em Vicente-Chandler, 1975: 424, ver Fearnside, 1979a). A produção dos nutrientes digeríveis totais/ha/ano podem ser convertidos para ganho de peso vivo do gado/ha/ano usando-se um fator de 0,14, baseando-se em um fator de conversão usado por Vicente-Chandler (1975: 424) para o cálculo reverso a partir do ganho de peso vivo para a produção de pasto, atribuída ao "Pasture Research Committee, 1943". As capacidades alimentares podem ser calculadas do peso médio do abate na Amazônia de 330 kg e a idade média para o abate de quatro anos (Nascimento & Moura Carvalho, 1973: III-B-32).

Para alcançar esse peso em quatro anos o gado precisa crescer à uma taxa de 82,5 kg/cabeça/ano. Uma capacidade de alimentação ao longo de três anos, calculada ao nível de fósforo do solo de 2 ppm, seria derivada da produção base multiplicada pelos efeitos da competição de plantas invasoras de acordo com idade da pastagem, tirando-se a média dos três anos e convertendo-a para nutrientes digeríveis totais, produzindo uma média de três anos de 187 kg de nutrientes digeríveis totais/ha/ano para Panicum maximum na rodovia Transamazônica. Convertida para ganho de peso vivo, a produção de carne seria de 26,2 kg ganho de peso/ha/ano, como média referente ao período de três anos. Esta produção, dividida pelos 82,5 kg/cabeça/ano, que seria aquilo que o gado precisa ganhar para alcançar o peso de abate programado, dá uma capacidade de alimentação de três anos de 0,32 cabeças/ha. Se as "unidades animais" de 350 kg cada são usadas em lugar dos 330 kg peso por "cabeça" aqui, as capacidades de alimentação correspondentes serão abaixadas em 6,1%.

O peso seco de capim produzido por hectare é calculado a partir da produção base do pasto, o efeito do ano e o coeficiente e constante da regressão da produção do pasto sobre o fósforo (Fearnside, 1979a). A regressão sobre o fósforo é dada por:

$$Y = 4{,}84\ A \qquad \text{Equação A.44}$$

onde:

Y = (produção do pasto com fósforo/produção do pasto sem fósforo) - 1,0

A = fósforo (ppm) - 2,0

Obs: a faixa do fósforo é $0<A<8$ ppm ($p<0{,}01$, $r=0{,}82$, $EP=1{,}27$, $N=8$).

A regressão na Equação A.44 é baseada sobre dados a

partir de uma experiência de fertilização em Brachiaria decumbens em Belém (Serrão et al., 1971). As produções são calculadas para as parcelas fertilizadas, no momento de cada uma das oito cortes do capim nas parcelas experimentais como proporções das produções correspondentes na parcela com o mesmo tratamento, exceto pela adição de fósforo. O valor crítico para a resposta de fósforo foi estimado em 10 ppm usando-se a resposta mais forte de fósforo a partir de testes de fertilização de Brachiaria feitos em Brasília (North Carolina State University, 1974: 101), e os níveis de fósforo acima disso foram considerados como tendo o mesmo efeito que o valor crítico de acordo com o modelo de resposta linear e platô (Waugh et al., 1975). Todos os valores de fósforo usados na conversão foram convertidos para valores em excesso do nível de fósforo na condição não fertilizado (2,0 ppm), e as produções foram expressas em proporções da produção da parcela testemunha para que a regressão pudesse ser forçada através da origem. As relações da produção da pastagem com os efeitos das plantas invasoras e do fósforo são combinadas para dar:

$$Y = A\,(4{,}84\,B - 8{,}68)\,C \quad \text{para fósforo} < 10 \text{ ppm}$$

$$Y = 39{,}72\,A\,C \quad \text{para fósforo} \geq 10 \text{ ppm} \qquad \text{Equação A.45}$$

onde:

Y = produção de pasto (kg peso seco/ha/ano)
A = produção base (valor esperado para o primeiro ano em kg peso seco/ha para Panicum maximum a 2 ppm fósforo; aqui igual a 303 kg/ha/ano)
B = fósforo do solo (ppm)
C = fator ano (decréscimo proporcional a partir da produção do primeiro ano, devido à invasão de plantas invasoras). Valores: primeiro ano: 1,00; segundo ano: 0,63; terceiro ano: 0,49; quarto ano: 0,49; quinto ano: 0,49.

O ganho de peso vivo do gado é calculado a partir da produção do peso seco do pasto multiplicando-se isso pelo ganho de peso por kg de nutrientes digeríveis totais (0,14) e nutrientes digeríveis totais como uma proporção do peso da matéria seca (0,54).

PIMENTA-DO-REINO

As produções de pimenta-do-reino são previstas a partir de uma regressão múltipla sobre o pH, carbono e fósforo do solo (Fearnside, 1980a), baseando-se em dados dos testes de fertilizantes da EMBRAPA em Belém (Albuquerque & Condurú, 1971: 110). Os níveis de nutrientes do solo nas parcelas com

diversos tratamentos de fertilizantes tinham que ser estimados a partir de análises feitas sobre outras experiências que eram conduzidas no mesmo local. Foram usados valores para nutrientes do solo da parcela testemunha de Serrão et al., (1971: 10): pH = 4,7, íons de alumínio = 1,2 meq/100g, carbono = 0,94%, nitrogênio = 0,07%, fósforo assimilável = 4 ppm. Os métodos de análise do solo foram os mesmos que os usados para as amostras tiradas na rodovia Transamazônica para o atual estudo de capacidade de suporte. Os valores críticos usados no ajuste dos altos valores de nutrientes na análise dos dados e na simulação foram: pH = 5,5 (Albuquerque & Condurú, 1971: 98), fósforo = 10 ppm (o nível para "alta" fertilidade usado pela EMBRAPA para recomendações de fertilização de pimenta: Brasil, IPEAN, 1966), carbono = 2,0%. O valor do carbono foi escolhido acima do valor crítico de 1,2% que aplica para a maioria das culturas (Catani & Jacintho, 1974: 33-34) devido às fortes respostas de produção obtidas com aplicação de esterco (Albuquerque & Condurú, 1971: 110) apesar do alto nível (0,94%) do carbono que aplica para o tipo de solo (Serrão et al., 1971: 10). As produções nos testes de fertilizantes foram convertidas para proporções de produção máxima para o ano. A regressão é dada por:

$$Y = 0{,}292\ A + 0{,}383\ B - 0{,}0552\ C - 2{,}119 \qquad \text{Equação A.46}$$

onde:

Y = produção de pimenta-do-reino (proporção de produção máxima para o ano)
A = pH (ajustado para 5,5)
B = carbono (% peso seco, ajustado para 2,0)
C = fósforo (ppm, ajustado para 10,0)
($p<0{,}0001$, $r=0{,}86$, $EP=0{,}187$, $N=24$).

A variabilidade é introduzida na simulação através do erro padrão da estimativa (EP). Os ajustes da produção prevista-por-regressão para refletir as expectativas em Altamira são feitas multiplicando-se a produção prevista na sua forma como uma proporção da produção máxima por um valor oficial para as produções fertilizadas esperadas, nesse caso 5.500 kg sementes secas/ha (Albuquerque et al., 1973: 26). Os efeitos do ano usados para ajustar para o efeito de plantas imaturas foram: 1 ano = 0,00; 2 anos = 0,40; 3 anos = 0,80; 4 ou mais anos = 1,00 (Albuquerque et al., 1973: 26). As plantas na simulação morrem na idade de 12,5 anos, o ponto central da estimativa de Morais (1974b: 7,5) de 10 - 15 anos de expectativa de vida.

O efeito da doença Fusarium é incorporada através de um multiplicador que expressa a proporção da produção esperada de plantas saudáveis. é usado um valor de 0,5, baseado na pressuposição de que as plantas são mortas a uma taxa constante quando um trecho é atacado, e que as plantas

individuais morrem instantaneamente. A probabilidade por ano do estabelecimento de Fusarium em uma dada área onde ainda não tenha se estabelecido é 0,206 (tempo médio para entrar = 3 anos, N=2 áreas); a probabilidade de ataque a um dado trecho onde a doença se encontra estabelecida na área é calculada em 0,293 (médio de anos para que ocorra = 2), e a probabilidade de que um trecho seja morto dado que esteja doente é calculado em 0,206 (médio de anos para que ocorra = 3) (Fearnside, 1980a).

Alocação do Produto

RENDA NÃO AGRÍCOLA

A caça é uma fonte suplementar de renda para aqueles colonos cujo histórico cultural leva-os a se dedicarem a essa atividade. Se um colono simulado é um caçador, a caça precisa ser calculada para o lote, o suprimento de mão-de-obra do colono precisa ser ajustado para o tempo gasto em caçar, e a caça vendida a outros colonos precisa ser contada com complementações apropriadas ao suprimento de dinheiro do caçador para as receitas das vendas.

A caçada só é feita durante o período no qual as populações de caças são consideradas sobreviventes a um nível que vai contribuir com uma quantidade significativa para o suprimento de carne do colono. O valor usado para o fim da caçada é de 15 anos, baseado na descoberta de Smith de que a Agrovila Coco Chato, perto de Marabá, assentada há quinze anos antes, teve uma produção de caça de somente 761 kg/ano (1976b: 171 - 173). Um valor alternativo seria de 21 anos, o ponto no qual a produção seria zero na atual taxa de declínio.

O esforço total gasto na caçada para o ano é calculado de:

$$Y = 84,00 - 2,00\ A \qquad \text{Equação A.47}$$

onde:

Y = esforço de caçada total para o ano (dias de homem/caçador/ano)

A = número de anos desde o começo da caçada (desde o come,o da simulação).

(Tabela A.23)

TABELA A.23. FREQÜÊNCIAS DOS TIPOS DE MÃO-DE-OBRA EXTERNA

Tipo de colono	Tipo de Mão-de-Obra: Diarista	Empresário	Governo ou profissional externo	Mulheres ou crianças que trabalham	Probabilidade de não haver trabalho	Número de observações
Empresário	0,33	0,33	0,17	0,17	0,00	6
Agricultor independente	0,11	0,29	0,00	0,11	0,49	28
Agricultor artesão	0,38	0,04	0,17	0,04	0,37	24
Agricultor trabalhador	0,39	0,09	0,06	0,09	0,37	65

Diferenças entre os tipos de trabalho: $p < 0,0001$, $x^2 = 52,9$, gl = 18, N=121.

(Tabela A.24)

TABELA A.24. MAO-DE-OBRA EXTERNA: DIAS GASTOS E GANHOS POR TIPO DE TRABALHO

	MAO-DE-OBRA TOTAL			MAO-DE-OBRA MASCULINA			GANHOS		
Tipo de Mão-de-obra	Média(a)	DP	N	Media(a))	DP	N	Media	DP	N
Diarista	30,6	41,5	93	30,6	41,5	93	16,25(b)	(0)	Nota c
Empresário	17,5	12,0	2	17,5	12,0	2	0,0920(d)	0,7754	5
Governo/ Profissional	34,0	22,9	3	34,0	22,0	3	8.420,5(e)	6.929,8	7
Mulheres e crianças que trabalham.	217,4	205,2	7	108,9	229,4	7	6.346,2(e)	6.929,8	7

a) Mão-de-obra em dias de homem em/lote/ano gastos em cada tipo de mão-de-obra, dado que um colono se ocupe nessa mão-de-obra. Mão-de-obra masculina é para homens com 18 anos ou mais.

b) Ganhos de pagamentos diários em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/dia de homem adulto.

c) Media de 1 de 12 meses a taxa corrente em 1975 (também usada para entrada como "custo de mão-de-obra"); 9 meses a Cr$15/dia de homem e 3 meses (derrubada) a Cr$20/dia de homem (sem a comida ser incluída). O desvio padrão é presumido como sendo zero, pois não há muita variação de pagamentos entre os lotes em qualquer época do ano.

d) Retorno dos ganhos sobre investimentos em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/cruzeiro de janeiro de 1975 investido, considerando-se como investimento tanto o capital quanto os bens de capital agregados.

e) Ganhos em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/ano.

(Tabela A.25)

TABELA A.25. DINHEIRO ENVIADO E RECEBIDO DE FORA DA ÁREA

Evento	Probabilidade por ano	N (anos de colono)	Valor, dado > 0 (Cr75$/ano) Média	DP	N
Dinheiro recebido de fora	0,053	263	17.788	20.344	9
Dinheiro enviado para fora	0,011	263	492	121	3

Nota : US$1 = Cr75$7,4 (Cruzeiros de 01/01/75).

Equação A.47 é derivada de dados sobre esforços de caçadas coletados por Smith (1976b: 171-173, 195) em duas agrovilas, três e quinze anos depois do assentamento, respectivamente. A produção de caça por dia de homem é calculada de:

$Y = 14,13 - 0,68\ A$	Equação A.48

onde:

Y = produção de caça em kg/dia de homem
A = esforço de caça em dias de homem.

A Equação A.48 é derivada das observações de Smith (1976b: 171-173), que em uma agrovila com três anos de idade o esforço era de 373 dias de homem/agrovila/ano ou 78 dias/caçador/ano a 3,5 caçadores/agrovila, enquanto em uma agrovila em um local que havia sido assentada há quinze anos, o esforço era de 190 dias de homem/agrovila/ano ou 54 dias/caçador/ano, que produz no assentamento mais recente 12,1 kg/dia de homem versus 4,0 kg/ dia de homem no assentamento mais antigo.

Em seguida é calculada a necessidade de subsistência para caça e para o mês. A necessidade de subsistência por mês em peso de carne limpa é a necessidade de subsistência para carne de qualquer tipo (kg/pessoa/ano) dividido pelos 12 meses e multiplicado pelo tamanho da família. A necessidade de subsistência para carne é discutida na seção sobre alocação do produto no Capítulo 4.

O esforço despendido na caça em cada mês do ano é determinado, com ajustes apropriados feitos nos suprimentos de mão-de-obra (total) da família e mão-de-obra masculina. Todo o trabalho de caça é considerado trabalho masculino. O esforço de caça de cada mês é calculado a partir do esforço anual total de caça para o lote e a proporção do esforço de caçada que recai em cada mês. Essas proporções foram calculadas a partir dos dados fornecidos por Smith (1976b: 357) para o esforço de caçada na Agrovila Nova Fronteira, 90 km ao oeste de Altamira. As proporções são: janeiro: 0,026; fevereiro: 0,082; mar,o: 0,084; abril: 0,148; maio: 0,104; junho: 0,108; julho: 0,124; agosto: 0,136; setembro: 0,016; outubro: 0,014; novembro: 0,072; dezembro: 0,086.

O peso de caça obtido cada mês é calculado como o esforço utilizado no mês vezes a produção por dia de homem de esforço de caçada. Esse valor para peso vivo de caça apanhada é ajustado para se obter o valor para o peso de carne limpa presumindo-se um fator de desperdício da caça de 0,40 (Smith, 1976b: 173). O peso de caça limpa capturada em cada mês é comparado com a necessidade de subsistência por caça por mês. Se a quantidade capturada no mês é menor ou igual à necessidade de subsistência, então toda a caça é comida e

nenhuma é vendida. Se o apanhado é suficiente para satisfazer as necessidades de subsistência, então qualquer excedente de caça é acrescentado ao estoque disponível de caça da comunidade para ser comprada por outros colonos.

DETERIORAÇÃO DE PRODUTOS

(Tabela A.26)

TABELA A.26. DETERIORAÇÃO DE PRODUTOS ESTOCADOS

Item	Conservados para consumo ou venda: Proporção média deteriorada	Conservados para consumo ou venda: Desvio padrão	Conservados para consumo ou venda: N	Conservados para uso como sementes: Proporção média deteriorada	Conservados para uso como sementes: Desvio padrão	Conservados para uso como sementes: N
Arroz	0,180	0,250	39	0,10	0,17	5
Milho	0,275	0,286	21	0	(0)	1
Phaseolus	0,051	0,092	13	0	(0)	1
Vigna	0	0	3	0	(0)	1
Mandioca brava	0	0	(presumida)	não aplicável		
Macaxeira	0	0	(presumida)	não aplicável		
Cacau	0	0	(presumida)	não aplicável		
Pimenta-do-reino	0	0	(presumida)	não aplicável		

TRANSPORTE PARA MERCADOS

Dado que o transporte seja disponível, o transporte de produtos para o mercado (CIBRAZEM) custa uma média de Cr75$0,12/kg (DP=0,08, N=11 colonos). Se os colonos vendem seus produtos ao Banco do Brasil, eles precisam fazer viagens ao Banco na cidade de Altamira (50 km de distância) para receber o pagamento. O custo médio de cada viagem é de Cr75$37,54 (DP=33,32, N=6). É feita a pressuposição otimista de que são necessárias somente duas viagens para receber o pagamento.

(Tabela A.27)

TABELA A.27. DISPONIBILIDADE DE TRANSPORTE

Zona	Probabilidade que o lote se localiza na zona[a]	Probabilidade de não haver Transporte para o Mercado: 3 Anos iniciais	Anos posteriores	N (km)
1.) Beira da estrada principal	0,26	0,00	0,00	15,00
2.) 10 km iniciais das estradas vicinais	0,40	0,16	0,00	16,75
3.) Fim das estradas vicinais	0,34	1,00	0,23	11,50

[a]Proporção de 232 lotes destinados aos colonos na área em estudo (excluindo as 4 agrovilas).

COMPRA E VENDA DE PRODUTOS

Nem todos os produtos são vendidos ao Banco do Brasil. Foram usadas as freqüências de 1975 de venda ao banco na simulação. A probabilidade de venda de arroz ao Banco foi 0,433 (N=12 colonos), milho foi 0,000 (N=3), e Phaseolus foi 0,000 (N=1). As outras culturas não são compradas pelo banco em Altamira, mesmo que o colono quisesse vendê-las. Quando as colheitas são vendidas ao banco, além do custo das viagens para receber o pagamento, o Banco automaticamente deduz os pagamentos do saldo devedor e do juro devido de empréstimos prévios.

(Tabela A.27a)

TABELA A.27a. PREÇOS DOS PRODUTOS

Produto	Compra (Cr75$/kg)[a]			Venda (Cr75$/kg)[a]		
	Média	DP	N	Média	DP	N
Arroz (com casca)	2,44	0,84	12	1,25	0,24	10
Milho (grãos)	0,85	0,13	3	0,74	0,24	2
Feijão *Phaseolus*	10,62	4,15	12	3,64	1,17	3
Feijão-de-corda *Vigna*	8,85	(3,46)	--[b]	3,02	0,98	--[b]
Mandioca brava (farinha)	2,90	0,60	13	1,87[c]	(0,00)	1
Macaxeira (farinha)	2,90	0,60	--[d]	1,87[c]	(0,00)	--[d]
Cacau (amêndoas secas)	--	--	--	6,00	(0,00)	oficial
Pimenta-do-reino	--	--	--	7,52	(0,00)	1
Caça (peso limpo)	9,23	2,18	5	9,23	2,18	5
Carne enlatada	14,93	4,53	8	--	--	--

[a]US$1 = Cr75$7,4 (cruzeiros de 01/01/75).

[b]Calculado a partir do preço de *Vigna* em relação aos preços de *Phaseolus* em 15 de fevereiro de 1975, quando *Vigna* vendeu por 83,3% do preço das variedades de *Phaseolus* de grãos pequenos (tais como "preto") ou 62,5% do preço das variedades de grãos grandes (tais como "jalo").

[c]Antes da dedução de 30% para o uso do equipamento para a fabricação da farinha (casa de farinha).

[d]Macaxeira (mandioca doce) presumida igual à mandioca brava.

NECESSIDADES DE SUBSISTÊNCIA PARA PRODUTOS AGRÍCOLAS

As quantidades de subsistência de cada cultura tem sido baseadas no ponto médio das quantidades de cultura consumidas pelos compradores e vendedores de culturas entrevistados durante o trabalho de campo. Para arroz (com casca), os compradores consumiam uma média de 105,5 kg/pessoa/ano (DP=57,0, N=16), e os vendedores consumiam uma média de 175,7 kg/pessoa/ano (DP=82,3, N=3). A necessidade de subsistência usada para arroz foi portanto 140,6 kg/pessoa/ano. No caso do milho não houve vendedores na série de dados. A média para compradores foi 195,5 kg/pessoa/ano (DP=264,8, N=4), que foi usado como a necessidade de subsistência para milho (incluindo milho empregado para alimentar galinhas). Isso corresponde a 14,55 kg de frango comido por pessoa por ano, ou uma cultura em pé de 23,84 aves/capita ou 143,07 aves para uma família de seis pessoas. Isso é mais alto do que o bando médio observado de 51,3 galinhas/família (DP=35,3, N=8). Isso é parcialmente compensado pela omissão do arroz como ração de galinhas na simulação. Para "feijão" (tanto Phaseolus como Vigna) a média de consumo entre compradores foi 43,9 kg/pessoa/ano (DP=19,6, N=12), e entre vendedores foi 34,6 kg/pessoa/ano (N=1). Foi usado o ponto médio de 39,3 kg/pessoa/ano como a necessidade de subsistência para "feijão". Para mandioca (tanto mandioca brava como macaxeira), compradores comem uma média de 43,4 kg/pessoa/ano de farinha (DP=31,8, N=13), enquanto vendedores comem 80,0 kg/pessoa/ano (N=1). Foi usado o ponto médio de 61,7 kg/pessoa/ano de farinha como a necessidade de subsistência para mandioca.

NECESSIDADE DE DINHEIRO PARA SUBSISTÊNCIA

A necessidade de dinheiro para subsistência inclui dinheiro para compras para satisfazer qualquer deficiência em estocagem de sementes caso os estoques guardados da própria produção do lote sejam insuficientes. Uma necessidade de dinheiro para subsistência existe também para itens que não podem ser produzidos no lote, tais como roupas, remédios e transporte. A necessidade de dinheiro para subsistência para esses itens totaliza Cr75$1.615,30/pessoa/ano, sendo composto de Cr75$293,53 para vestuário (DP=297,21, N=8 colonos), Cr75$129,91 para querosene, fósforos, sabão, etc., (DP=129,91, N=11), Cr75$145,63 para medicamentos (DP=214,47, N=10), Cr75$1.029,21 para alimentos não cultivados no lote (incluindo carne) (DP=486,30, N=6), Cr75$709,02 para alimentos cultivados no lote (DP=246,54, N=7), Cr75$133,34 para transporte de pessoas (fora viagens para fazer arranjos para financiamento, pagamento das prestações ao banco, e coleta dos pagamentos do banco referentes aos produtos vendidos ao governo) (DP=107,59, N=15), e Cr75$34,61 para outros consumos (DP=69,53, N=7), menos Cr75$151,91 para carne enlatada e caça, para a qual o dinheiro é alocado separadamente. A caça, fora aquela que

é comida diretamente pela família do caçador, pode ser comprada do estoque de caça da comunidade disponível para venda, que procede do que os caçadores na comunidade matam além da quantia consumida por suas famílias. As necessidades de carne são satisfeitas primeiro pela caça já presente e pela transformação do milho em galinhas, e então pela compra da caça se disponível e por último pela compra de carne enlatada.

A dieta dos colonos é composta de calorias, proteína total, e proteína animal obtida das quantidades comidas de gêneros de primeira necessidade, de caça e de carne enlatada, das contribuições de outros produtos normalmente adquiridos com dinheiro e das culturas de tubérculos tais como a parte da produção de macaxeira consumida diretamente como tubérculos, bem como batatas doces Ipomea batatas), inhame ou cará Dioscorea spp.) e, em pequena proporção, taioba Xanthosoma spp.). O consumo de tubérculos, considerado como um suplemento "gratis" da dieta, perfaz a média de 480,19 kg/capita/ano (N=4 lotes), ou 135,39 kg/capita/ano depois de descontar as perdas usando-se um fator de 71,94% para os tubérculos da macaxeira (Carvalho, s/d (1974)). Esse nível de consumo de tubérculos contribui com 176,01 mil calorias/capita/ano (DP=70,44, N=4 lotes) e 1.761 g/capita/ano de proteína total (DP=703, N=4 lotes). A contribuição de proteína animal é zero.

As contribuições dos produtos comprados com dinheiro, dado os padrões de gasto de dinheiro dos colonos observados, totalizam Cr75$5,34/1.000 calorias, Cr75$1.573,85/kg de proteína total e Cr75$1.573,85/kg de proteína animal. A Tabela A.28 dá os preços e as contribuições das principais mercadorias compradas com dinheiro, fora carne enlatada, caça, produtos que são também produzidos nos lotes dos colonos e "outros consumos" incluídos nas necessidades de dinheiro para subsistência. Os preços de produção para itens produzidos no lote foram dados anteriormente na Tabela A.27.

(Tabela A.28)

TABELA A.28. PREÇO E NUTRIÇÃO DE MERRCADORIAS BÁSICAS COMPRADAS COM DINHEIRO.

		Unidades/cápita/ano					Nutrição/unidade(a)			Nutrição/cápita/dia		
Item	Unidade	Média	DP	N	Preço (Cr75$/ unidade)	Custo (Cr75$/ capita/ ano)(b)	Calorias	Proteína total	Proteína animal	Calorias	Proteína total (g)	Proteína animal (g)
Acucar	kg	42,12	23,93	14	3,98	167,64	3.695	0	0	426,10	0	0
Sal	kg	8,95	1,70	14	1,70	15,22	0	0	0	0	0	0
Leite em po	kg	4,11	2,77	13	30,02	123,38	5.080	250	250	57,16	2,81	2,81
Querosene	litro	12,39	7,78	16	3,41	42,25	0	0	0	0	0	0
Cafe	kg	5,15	3.07	14	18,17	93,58	0	0	0	0	0	0
Oleo	litro	11,62	4,54	13	14,20	165,00	10.131	0	0	322,30	0	0
Sabao	kg	10,60	6,06	13	6,82	72,29	0	0	0	0	0	0
Macarrao	kg	2,26	4,65	8	9,09	20,54	3.552	0	0	21,98	0	0
TOTAIS										827,54	2,81	2,81

a) Brasil, ACAR-PARÁ, s/d-a (1974).
b) Tamanho familiar médio em todas as observações = 6,33 (DP =1,40, N=15).

PAGAMENTO DE DÍVIDAS

Os colonos que não venderam sua produção ao Banco do Brasil freqüentemente não pagam seus débitos bancários voluntariamente. A probabilidade observada foi de 0,00 (N=3), mas é presumida a probabilidade de 0,25 para os propósitos da simulação, pois a amostra formal é inadequada e as impressões informais levam-me a esperar um valor um tanto mais alto. O pagamento "voluntário" só é feito dada a disponibilidade de algum dinheiro depois que as necessidades de subsistência tenham sido satisfeitas. Essas probabilidades baixas de pagamentos representam um subsídio substancial para os colonos, tanto na simulação como na rodovia Transamazônica. A partir de 1977, políticas menos indulgentes do Banco e do INCRA a respeito dos colonos que não pagam suas dívidas elevaram essas probabilidades na rodovia Transamazônica.
A probabilidade de pagamento de um empréstimo privado, tal como mercadorias recebidas a crédito das mercearias dos colonos, empréstimos de amigos, etc., é até mais baixa. A probabilidade observada foi 0,00 (N=2), mas foi assumido um valor de 0,10 como uma estimativa mais realística da freqüência com que esses empréstimos são saldados. Existe uma grande variabilidade entre os colonos na rodovia Transamazônica, tanto na disposição do devedor de pagar seus empréstimos como nos extremos a que vão os emprestadores a fim de induzí-los a pagar. A probabilidade geral de pagamento é baixa, em qualquer caso.

NECESSIDADES DE SEMENTES

(Tabela A.29)

TABELA A.29. NECESSIDADES DE SEMENTES

	Necessidades de Sementes (kg/ha)			
	Média	DP	N	
Arroz de sequeiro	29,6	13,4	263	roças (qualquer combinação)
Milho	12,5	9,4	66	roças de milho solteiro
Feijão *Phaseolus*	29,2	26,1	112	roças (qualquer combinação)
Feijão-de-corda *Vigna*	8,1	7,8	30	roças (qualquer combinação)

INVESTIMENTO

A classificação da mão-de-obra do colono determina se eles investem seu dinheiro em seus lotes ou em algum outro empreendimento. Os colonos cujo padrão de \mão-de-obra\ \não\ o tipo de colono) é como empresário ou profissional (ou qualquer um desses em combinação com outras atividades de trabalho) investem somente uma parte de seus fundos disponíveis em seus lotes. A proporção usada na simulação é 0,74 (DP=0,38, N=6). De outra maneira todo o dinheiro destinado ao investimento vai para o desenvolvimento do lote.

(Tabela A.30)

TABELA A.30. PROPORÇÕES DE CAPITAL LIVRE INVESTIDO DEPOIS DE SATISFAZER AS NECESSIDADES DE SUBSISTÊNCIA[a]

Tipo de Colono	Proporção do capital livre		
	Média	DP	N
Empresário	0,36	0,17	3
Agricultor independente	0,46	0,40	3
Agricultor artesão	0,22	0,25	6
Agricultor trabalhador	0,13	0,13	2

[a]Capital livre é dinheiro que não é gasto em culturas de subsistência, carne enlatada, ou caça.

(Tabela A.31)

TABELA A.31. PROPORÇÕES DE CAPITAL DE INVESTIMENTO DENTRO DE CADA CATEGORIA GASTO EM COMPRAS DE BENS DE CAPITAL[a]

Tipo de colono	Uso do bem de capital (categoria)		
	Lote	Empresa	Consumo
Empresário	0,33	0,22	0,03
	(2)	(3)	(2)
Agricultor independente	0,05	0,05	0,05
	(1)	(3)	(1)
Agricultor artesão	0,07	(0,00)	(0,00)
	(3)	(0)	(0)
Agricultor trabalhador	0,00	0,00	0,00
	(1)	(1)	(1)

[a]Números em parêntesis são números de observações.

Bens de capital se depreciam a uma taxa calculada em 20% por ano. Isso é baseado em uma média ponderada das taxas de depreciação de moto-serras e trilhadeiras na área de estudo, como mostra a Tabela A.33. Esse valor concorda com a taxa de depreciação usada pelo INCRA para carretas (Brasil, INCRA, 1972a: 194).

Processos Populacionais

POPULAÇÃO INICIAL

(Tabela A.32)

TABELA A.32. CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO INICIAL (NA CHEGADA)

Item	Média	DP	N
Idade do proprietário do lote (anos)	37,03	10,78	123[a]
Probabilidade da presença de esposa	0,898	--	108
Idade de esposa caso presente (anos)	31,87	10,67	112[a]
Probabilidade de dependentes presentes além de esposa, dado que o colono seja casado	0,912	--	91
Probabilidade de outros dependentes presentes, dado que o colono seja solteiro	0,182	--	11[a]
Número de dependentes, além da esposa dado ao menos um presente	4,14	2,27	103[a]
Probabilidade do sexo do dependente, além da esposa, ser masculino	0,53	--	456[a]

[a]Inclui alguns recém chegados na amostra; sem diferenças aparentes.

(Tabela A.33)

TABELA A.33. DEPRECIAÇÃO DE BENS DE CAPITAL.

Item	Espectativa de vida (anos)	Depreciação/ ano	Numero de observações: Máquinas	Numero de observações: Anos	Proporção de Colonos	Número de observações (colonos)	Valor (Cr75$ cada)(a)	Proporção do Total dos Bens de Capital	Depreciação Ponderada
Motoserras	4	0,25	6	2	0,098	61	7.588	0,58	0,14
Trilhadeiras	8	0,13	4	2	0,026	152	21.000	0,42	0,06
Taxa Ponderada de depreciação									0,20

a) US$1 = Cr75$7,4= Cr75$7,4 (cruzeiros de 01 de janeiro de 1975).

(Tabela A.34)

TABELA A.34. RETORNO SOBRE BENS DE CAPITAL RELATIVO AO TRABALHO MANUAL

Ítem	Unidade	Manutenção (Cr75$/ unidade)	DP	N	Combustível Cr75$/ unidade)(b)	N	Custo de mão-de-obra com Máquina (Cr75$/ unidade)(a)	DP	N	Custos totais (Cr75$/ unidade)	Valor do mão-de-obra se Feito Manualmente (Cr75$ /unidade)	DP	N	Retorno relativo médio	Retorno relativo ponderado
Moto-serras	ha derrubado	90,98	19,19	3	107,84(c)	--	46,60	25,00	7	245,42	186,80	73,00	12	0,76	0,44
Trilha-deiras	sacos de arroz(f)				0,47	1	1,13(d)	0,35	2	1,60(e)	4,65	4,20	5	2,91	1,23
Taxa de retorno relativo ponderado															1,67

a) Exclusivo da depreciação.
b) A Cr75$20/dia de homem para derrubada, Cr75$15/dia de homem para outras tarefas. (Cr75$ = cruzeiros de 01 de janeiro de 1975).
c) Calculado de Brasil, INCRA (1974a: 193) (16 litros de gasolina + 4 litros de óleo/ha).
d) Calculado de Moran (1975: 127), contando trabalho infantil como 50% do equivalente de adulto.
e) Não incluindo os custos de manutenção da trilhadeira (não disponíveis).
f) Sacos de 50 kg com casca.

(Tabela A.35)

TABELA A.35. INF0RMAÇÕES DEMOGRÁFICAS

Classe etária	Distri-buição de Idade do dependent (além da mulher)(a)	Probabilidades de imigração individual		Probabilidades de emigração individual		Probabilidades de morte sob alimentação adequada	
		Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher
1	0,077	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0156	0,0118
2	0,074	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
3	0,064	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
4	0,065	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
5	0,052	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
6	0,052	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
7	0,055	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
8	0,036	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
9	0,039	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
10	0,039	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
11	0,061	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
12	0,055	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
13	0,039	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
14	0,047	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
15	0,017	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
16	0,025	0,000	0,000	0,0000	0,0323	0,0010	0,0004
17	0,036	0,000	0,000	0,0000	0,1379	0,0010	0,0004
18	0,028	0,067	0,111	0,0303	0,0345	0,0010	0,0004
19	0,011	0,000	0,000	0,1034	0,0000	0,0010	0,0004
20	0,022	0,067	0,000	0,0625	0,0000	0,0010	0,0004
21	0,017	0,067	0,000	0,0968	0,0000	0,0011	0,0004
22	0,017	0,200	0,000	0,0968	0,0714	0,0011	0,0004
23	0,008	0,067	0,000	0,0690	0,0000	0,0011	0,0004
24	0,014	0,000	0,000	0,0385	0,0000	0,0011	0,0004
25	0,003	0,133	0,000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0004
26	0,008	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
27	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
28	0,000	0,067	0,111	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
29	0,006	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
30	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
31	0,000	0,000	0,000	0,0435	0,0000	0,0010	0,0007
32	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0435	0,0010	0,0007
33	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
34	0,000	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
35	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
36	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
37	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
38	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
39	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
40	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
41	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
42	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
43	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
44	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
45	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
46	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033

47	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033
48	0,000	0,000	0,000	0,0714	0,0000	0,0040	0,0033
49	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033
50	0,000	0,000	0,000	0,0909	0,0000	0,0040	0,0033
51	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
52	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
53	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
54	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
55	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
56	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
57	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
58	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
59	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
60	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
61	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
62	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
63	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
64	0,000	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
65	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
66	0,006	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
67	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
68	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
69	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
70	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
71	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
72	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
73	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
74	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
75	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
76	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
77	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
78	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
79	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
80	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
81	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
82	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
83	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
84	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
85	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
86	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1981	0,1875

a) N = 362 dependentes, agrupados dos colonos originais e recém-chegados

(Tabela A.36)

TABELA A.36. CAPITAL INICIAL E BENS DE CAPITAL

	Capital Liquido			Bens de Capital para: Lote			Bens de Capital para: Empreendimentos			Bens de Capital para: Consumo		
Tipo de Colono	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N
Colonos originais												
1.Empresário	0	0	1		0	3	0	0	3	0	0	1
2.Independente	5.265	11.431	14	460	4.210	23	1.166	4.210	23	285	1.067	14
3.Artesão	1.768	3.186	23	0	0	22	0	0	22	97	456	22
4 Trabalhador	2.360	6.958	55	0	0	61	0	0	61	0	0	55
Colonos recém-chegados												
1.Empresário	7.849	11.099	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2
2.Independente	26.296	30.257	9	1.174	3.523	9	2.979	6.533	9	587	1.762	9
3.Artesão	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
4.Trabalhador	1.383	2.461	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6

NOTA: Todos os valores em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975 (Cr75$7,4 = US$1,00).

CLASSIFICAÇÃO COMO CAÇADOR

Nem todos os colonos saem para apanhar caça na floresta: muitos que vieram de áreas no Brasil fora da Amazônia têm medo da floresta e desconhecem suas particularidades ou são desdenhosos da caçada como uma atividade de baixo-status. Os poucos colonos que caçam regularmente têm suprido uma parte importante da proteína animal consumida pela comunidade durante os primeiros anos da colonização na rodovia Transamazônica. A condição de cada colono como caçador e não caçador é destinado na simulação baseando-se na probabilidade de 0,07 de que um colono seja um caçador, um valor calculado pelo relatório de Smith (1976: 171-173), baseado em observações em três agrovilas, que existem 2 - 5 caçadores/agrovila. A probabilidade foi calculada usando-se 3,5 caçadores/agrovila (o ponto central da variação das observações de Smith) e presumindo-se as 50 casas normais como o tamanho médio das agrovilas.

MÃO-DE-OBRA FAMILIAR E SAÚDE

(Tabela A.37)

TABELA A.37. EQUIVALENTES DE MÃO-DE-OBRA NO TRABALHO AGRÍCOLA[a]

Faixa Etária (anos)	Homem	Mulher
7-8	0,20	0,15
9-13	0,25	0,20
14-17	0,50	0,40
≥18	1,00	0,75

[a]Proporção da contribuição do masculino adulto.

FONTE: Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 202.

(Tabela A.38)

TABELA A.38. PROBABILIDADES DE DOENÇA POR IDADE E SEXO.

Grupo etário (anos)	Malária		Trauma		Outros	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher
0-4	0,0227	0,0140	0,0027	0,0016	0,0405	0,0260
5-9	0,0185	0,0098	0,0021	0,0009	0,0058	0,0021
10-14	0,0103	0,0038	0,0033	0,0005	0,0018	0,0016
15-19	0,0214	0,0090	0,0062	0,0011	0,0021	0,0005
20-24	0,0198	0,0116	0,0084	0,0011	0,0038	0,0011
25-29	0,0138	0,0191	0,0053	0,0006	0,0024	0,0032
30-34	0,0175	0,0176	0,0095	0,0021	0,0009	0,0021
35-39	0,0130	0,0196	0,0065	0,0039	0,0059	0,0065
40-44	0,0144	0,0025	0,0058	0,0012	0,0023	0,0037
45-49	0,0072	0,0165	0,0046	0,0033	0,0033	0,0033
50-54	0,0248	0,0248	0,0038	0,0000	0,0019	0,0000
55-59	0,0248	0,0062	0,0248	0,0062	0,0331	0,0062
> 60	0,0165	0,0248	0,0414	0,0000	0,0083	0,0124

NOTA: A tabela mostra a probabilidade de que um dado indivíduo contraia uma doença em alguma época de um dado ano. As probabilidades são calculadas a partir do número de admissões no hospital do SESP em Altamira por sexo e classe etária para 1973 dado por Smith (1976b: 217, 235, 239, 247). As proporções de indivíduos na área toda por sexo e classe etária foram calculadas a partir da pesquisa sobre 101 famílias feita por Moran (1975) e modificada por Smith (1976b: 216) para incluir as estimativas de Smith de indivíduos em cada categoria na população (na maioria de trabalhadores migratórios) fora da tutela do INCRA (Smith, 1976b: 216). A estimativa da população total da área usada nos cálculos e de 34.000 (Smith, 1976b: 216). (Obs.: Smith também dá o valor de 24.000: p.20).

(Tabela A.39)

TABELA A.39. PROBABILIDADES MENSAIS DE DOENÇA

	MÊS											
Doença	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Malária(a)	0,061	0,083	0,126	0,067	0,056	0,051	0,067	0,104	0,155	0,092	0,081	0,057
Trauma(b)	0,051	0,080	0,048	0,070	0,090	0,049	0,079	0,103	0,081	0,103	0,141	0,105
Outro(c)	0,083	0,084	0,083	0,083	0,084	0,083	0,084	0,083	0,083	0,084	0,083	0,083

NOTA: A tabela mostra a possibilidade de que ocorram internamentos hospitalares durante um dado mês, dado que o indivíduo contraia a doença em algum momento durante o ano.

a) Probabilidades de malária calculadas a partir de dados da SUCAM para a área de Altamira sobre os números nas positivas encontradas em amostras de sangue de pacientes com suspeita de malária e encaminhados para esse departamento. Calculado de dados em Smith (1976 (1976b: 212).

b) Probabilidades de trauma (acidente) calculadas a partir do número de admissões no hospital do SESP, Altamira 1971, 1972 e 1973. Dados do censo completo dos registros feito por N. Smith foram tirados de Moran (1976: 121).

c) Outras doenças: presumidas iguais a 1/12 para cada mês devido a falta de dados. As diferenças de arredondamento distribuídas aleatoriamente.

(Tabela A.40)

TABELA A.40. DIAS DE TRABALHO PERDIDOS POR DOENÇA

	Dias perdidos[a]			Outros valores	
Doença	Média	DP	N	Smith (1976b)	Moran (1975)
Malária	33,3	23,1	3	14	8
Trauma	86,7	79,0	6	19[b]	
Outro	45,0	30,0	3	14,5[c]	

[a]Dias de trabalho realmente perdidos, não em equivalentes de dia de homem.

[b]Baseado em estimativa de 3 vezes a estadia média em hospital, que foi 6,2 dias.

[c]Baseado em 3 vezes estadia média de hospital de 4,8 dias para gastroenterite e 4,9 dias por doenças respiratórias, e iguais probabilidades de ataques para cada (0,5% da população por ano para cada doença).

FERTILIDADE E MORTALIDADE

A probabilidade de morte por cada deficiência de nutrientes é calculada a partir de:

$$P = (A - 1)\left(1 - \frac{B}{C}\right) \qquad \text{Equação A.49}$$

onde:

P = a probabilidade de morte por ano devido a deficiência de nutrientes (calorias ou proteína).

A = o fator de mortalidade para o nutriente (calorias ou proteína).

B = a quantia média de nutrientes ingeridos per cápita por dia (calorias ou proteína).

C = a necessidade do nutriente per cápita por dia (calorias ou proteína).

Seguindo-se o procedimento de Weisman (1974), somente um dos dois nutrientes é considerado limitador. É usado aquele que dá a mais alta probabilidade de morte relacionada à deficiência de nutriente. Note-se que os níveis de consumo de nutrientes se referem a média anual sobre todos os membros da família.

(Tabela A-41)

TABELA A.41. FERTILIDADE ESPECÍFICA POR IDADE PARA A POPULAÇÃO RURAL BRASILEIRA

Classe	No. Total de mulheres	Total de nascimentos vivos no ano anterior	Probabilidade etária de nascimentos vivos por classe etária
15-19	2.188.350	132.029	0,060
20-24	1.772.913	414.291	0,234
25-29	1.334.934	362.629	0,272
30-34	1.087.643	274.233	0,252
35-39	987.395	198.659	0,201
40-44	837.890	91.988	0,110

FONTE: Valores do recenseamento de 1970 apresentado em Mata et al. (1973: 175).

(Tabela A-42)

TABELA A.42. NECESSIDADES DE CALORIAS E DE PROTEÍNA TOTAL E EFEITOS SOBRE A MORTALIDADE

Idade (Anos comple-tos)	Necessidade de caloria[a] (per cápita/ dia)	Fator de Mortalidade[b] Por falta de Calorias	Necessidade de Proteína Total[c] (g/cápita/dia)	Fator de Mortalidade[d] Por falta de Total de Proteína
0	820	2,6	11,9	3,35
1	1.180	2,35	12,3	2,35
2	1.355	2,35	12,3	2,20
3	1.540	2,35	12,3	2,05
4	1.695	2,1	15,4	1,95
5	1.830	2,1	15,4	1,85
6	1.955	2,1	15,4	1,80
7	2.075	1,8	19,2	1,70
8	2.185	1,8	19,2	1,60
9	2.295	1,8	19,2	1,55
10	2.400	1,55	23,1	1,50
11	2.475	1,55	23,1	1,45
12	2.550	1,55	23,1	1,40
13	2.625	1,25	26,2	1,33
14	2.700	1,25	26,2	1,23
15	2.750	1,25	26,2	1,15
16	2.735	1,25	26,2	1,12
17	2.720	1,05	26,2	1,08
18	2.785	1,05	26,2	1,00
19	2.610	1,05	26,2	1,00
20-39	2.600	1,00	25,4	1,00
40-49	2.470	1,00	25,4	1,00
50-59	2.430	1,00	25,4	1,00
60-69		0		0

[a]De Weisman (1974: B485), que derivou isto da Nações Unidas, World Health Organization (1973).
[b]Um fator expressando o efeito da privação de calorias sobre o excesso de mortalidade nas populações por classe etária. Derivado de Weisman (1974: B493).
[c]Weisman (1974: B488); derivado de Nações Unidas, World Health Organization (1973). Em equivalente da proteína do ovo.
[d]Um fator expressando o efeito da deficiência de proteína total sobre o excesso de mortalidade por classe etária. Derivado de Weisman (1974: B495).

CASAMENTO DOS COLONOS

Ao modelar casamentos, só são considerados explicitamente aqueles de proprietários de lotes. Os jovens (filhos e filhas) que se casam e deixam o lote são considerados como emigrantes individuais, enquanto que esposos de jovens ou outros que se juntam a eles no lote dos pais são considerados como imigrantes individuais. A probabilidade anual de um colono solteiro (proprietário de lote) se casar é 0,069 (N=29

anos de colono solteiro). A idade média de noivas desposando proprietários de lotes foi 21 anos (DP=9, N=2). Esse valor é provavelmente mais alto do que seria se houvesse uma amostragem adequada.

IMIGRAÇÃO E EMIGRAÇÃO

Imigração e emigração estão divididas em dois tipos: nível de deslocamento individual e familiar. Essas têm implicações muito diferentes para o desenvolvimento da área. Quando chegam indivíduos para se juntar à famílias já estabelecidas, como por casamento (de outras pessoas que não o proprietário, que é tratado separadamente), o resultado é um aumento da força de trabalho (e da demanda de produtos) sem mudanças nos padrões de exploração do lote. Os filhos e filhas dos colonos que partem para as cidades, para estabelecer novas propriedades ou para casar, da mesma forma mudam o tamanho da família sem afetar as estratégias básicas. Quando famílias inteiras são substituídas, no entanto, as diferenças de comportamento dos colonos recém-chegados são sentidas.

As probabilidades por ano de um lote receber um imigrante individual são de 0,049 (N=491 anos de lote, 24 imigrantes individuais). A probabilidade de que um imigrante individual recebido em um lote seja masculino é 0,625 (N=24). Dado o sexo do imigrante individual, a probabilidade de que a pessoa pertença a cada classe etária pode ser determinada a partir das probabilidades de imigração específica por sexo e idade, dadas com a informação demográfica na Tabela A.35.

(Tabela A.43)

TABELA A.43. PROBABILIDADE POR ANO DE EMIGRAÇÃO DA FAMÍLIA

Tipo de Colono	Colonos Solteiros			Colonos Casados		
	Probabilidade	N[a]	Número de Colonos Partindo	Probabilidade	N[a]	Número de Colonos Partindo
1.) Empresário	0,143[b]	0	0	0,063	16	1
2.) Agricultor Independente	0,200	5	1	0,012	81	1
3.) Agricultor Artesão	0,143	7	1	0,057	88	5
4.) Agricultor Trabalhador	0,105	19	2	0,022	229	5

[a]Anos de colonos.

[b]Presume-se igual aos agricultores artesões.

APÊNDICE

RESUMO DOS PARÂMETROS E EQUAÇÕES DO MODELO KPROG2

Condições Físicas 278
Qualidade Inicial do Solo..... 278
Fatores Meteorológicos..... 280
Alocação do Uso da Terra..... 287
Financiamento..... 287
Preparo da Terra..... 299
Área de Subsistência..... 302
Aprendizado do Colono e Comportamento na Alocação 302
Margem de Segurança da Área de Subsistência 303
Modelando Alocações de Culturas..... 305
Decisões de Consorciação..... 305
Restrições da Mão-de-Obra e do Capital..... 308
Escolhas da Cultura Comercial..... 327
Modelando Mudanças no Solo..... 328
Qualidades de Queimada..... 328
Mudanças no Solo pela Queimada..... 332
Queimadas de Floresta Virgem..... 333
Queimadas de Vegetação Secundária..... 336
Queimadas de Mato..... 338
Mudanças no Solo sem a Queimada..... 339
Mudanças no Solo sob Pastagem..... 342
Fertilizantes e Calcário..... 344
Erosão do Solo..... 351
Produções das Culturas..... 353
Milho..... 353
Feijão Phaseolus 356
Feijão-de-Corda Vigna 360
Mandioca Brava..... 361
Macaxeira (Mandioca Doce)..... 363
Pastagem e Gado..... 364
Pimenta-do-Reino..... 368
Alocação do Produto..... 371
Renda Não Agrícola..... 371
Deterioração de Produtos..... 377
Transporte para Mercados..... 377
Compra e Venda de Produtos..... 377
Necessidades de Subsistência para Produtos Agrícolas.. 380
Necessidade de Dinheiro para Subsistência 383
Pagamento de Dívidas..... 386
Necessidades de Sementes..... 387
Investimento..... 387
Processos Populacionais..... 391
População Inicial..... 391

Classificação como Caçador..... 391
Mão-de-Obra Familiar e Saúde..... 398
Fertilidade e Mortalidade..... 398
Casamento dos Colonos..... 403
Imigração e Emigração..... 403

RESUMO DE PARÂMETROS E EQUAÇÕES DO MODELO KPROG2

Parâmetros do Modelo

Os parâmetros e equações do modelo KPROG2 não incluídos no texto estão resumidos neste Apêndice.

Condições Físicas

QUALIDADE INICIAL DO SOLO

(Tabela A.1)

TABELA A.1. pH NA GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa de pH	Freqüência (%)	pH médio	DP	N[a]
1	< 4,0	33,0	3,7	0,1	389
2	4,0-4,4	30,2	4,1	0,1	356
3	4,5-4,9	15,3	4,7	0,1	180
4	5,0-5,4	12,5	5,2	0,1	148
5	5,5-5,9	5,3	5,6	0,1	63
6	6,0-6,4	3,6	6,3	0,1	43
7	≥6,5	0,1	7,1	(0)	1

[a]De um mapa de 1.180 quadras baseado em 187 amostras em floresta virgem (Fearnside, 1978: 407; 1984b).

O conteúdo de alumínio é calculado baseando-se nos valores de pH e de conteúdo de argila, já designados por:

$$Y = 11,43 - 7,68 \ln A - 6,27 \times 10^{-2} B \quad \text{Equação A.1}$$

onde:

Y = alumínio (Al^{+++} em meq/100g)
A = pH
B = argila total (%)

($p<0,0001$, r=0,73, EP=1,56, N=118 amostras sob floresta virgem).

O nitrogênio é então calculado dos valores do carbono e pH para o pedaço de terra de:

$$Y = 0,132 A + 2,20 \times 10^{-2} B - 0,120 \quad \text{Equação A.2}$$

onde:

Y = nitrogênio (% peso seco)

A = carbono (% peso seco)
B = pH

($p<0,001$, r=0,86, EP=0,030, N=53 amostras em floresta virgem).

(Tabela A.2)

TABELA A.2. PROBABILIDADES DE TRANSIÇÃO PARA O pH DO SOLO VIRGEM

Classe de pH Inicial	Classe de pH Final ≤3,9	4,0-4,4	4,5-4,9	5,0-5,4	5,5-5,9	6,0-6,4	≥65	Número de Observações
Deslocamento de 100 metros[a]								
≤3,9	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	3
4,0-4,4	0,09	0,73	0,09	0,00	0,00	0,00	0,09	11
4,5-4,9	0,00	0,17	0,33	0,00	0,50	0,00	0,00	6
5,0-5,4	0,09	0,00	0,00	0,36	0,36	0,18	0,00	11
5,5-5,9	0,11	0,00	0,33	0,44	0,00	0,11	0,00	9
6,0-6,4	0,00	0,00	0,00	0,40	0,20	0,40	0,00	5
≥6,5	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Deslocamento de 500 metros[b]								
≤ 3,9	0,40	0,43	0,09	0,06	0,00	0,00	0,03	35
4,0-4,4	0,25	0,43	0,15	0,08	0,08	0,02	0,00	61
4,5-4,9	0,12	0,36	0,24	0,08	0,12	0,08	0,00	25
5,0-5,4	0,12	0,29	0,12	0,24	0,24	0,00	0,00	17
5,5-5,9	0,00	0,25	0,15	0,20	0,30	0,10	0,00	20
6,0-6,4	0,00	0,20	0,40	0,00	0,40	0,00	0,00	5
≥6,5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]calculado de amostras que estão a 100 metros de cada amostra de referência ± 100 metros. Usado na simulação para deslocamentos entre trechos dentro de um lote.

[b]calculado de amostras que estão a 500 metros de cada amostra de referência ± 500 metros. Usado na simulação para deslocamentos entre lotes.

(Tabela A.3)

TABELA A.3. ARGILA PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (% peso seco)	Freqüência (%)	Argila Média (% peso seco)	DP	N[a]
1	0-14	21,6	9,71	2,83	225
2	15-29	25,3	21,70	4,05	299
3	30-44	23,6	37,95	4,48	278
4	45-59	21,2	50,00	4,00	250
5	60-74	7,5	69,72	3,57	88
6	75-89	0,8	78,80	1,03	10

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 427; 1984b) baseado em 200 amostras.

(Tabela A.4)

TABELA A.4. DECLIVE PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (declive em %)	Freqüência (%)	Declive média(%)	DP	N[a]
1	0-4	32,0	2,0	1,4	378
2	5-9	18,7	6,3	13,8	221
3	10-19	29,3	13,8	2,5	346
4	20-29	13,5	22,8	2,2	159
5	30-39	5,8	37,8	2,9	68
6	40-69	0,6	57,9	3,3	7
7	70-90	0,1	89,0	(0)	1

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 437; 1984b) baseado em 225 medições.

(Tabela A.5)

TABELA A.5. CARBONO PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (% peso seco)	Freqüência (%)	Carbono Médio (% peso seco)	DP	N[a]
1	<0,50	1,9	0,39	0,08	22
2	0,50-0,86	31,0	0,70	0,11	366
3	0,87-0,99	5,1	0,94	0,03	107
4	1,00-1,49	40,8	1,18	0,13	482
5	1,50-1,99	17,2	1,70	0,14	203

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 423; 1984b) baseado em 75 amostras.

(Tabela A.6)

TABELA A.6. FÓSFORO PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa	Frequência (%)	Fósforo Médio (ppm)	DP	N[a] (ppm)
1	0-1	83,8	1,0	0	989
2	2	8,3	2,0	0	98
3	3-4	5,7	3,0	0,1	67
4	5-6	2,1	5,2	0,4	25
5	7-9	0,1	7,0	0	1

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 409; 1984b) baseado em 187 amostras.

FATORES METEOROLÓGICOS

Chuva, evaporação e insolação precisam ser simulados para o uso no cálculo da erosão e qualidade da queima. A chuva mensal é gerada para a estação do plantio (janeiro até maio) pela geração de um total para a estação de 1.396,2 mm e um desvio padrão de 300,9 (N=21) e então multiplicando esse total pela proporção do total esperado da estação para cada mês.

Os valores da chuva são atribuídos separadamente para os meses de junho, julho e agosto, usando-se os desvios padrão e médio para a chuva nesses meses (Tabela A.7). O período de queimadas (setembro até dezembro) é tratado da mesma maneira que o período de plantio, usando as proporções do total das estações (Tabela A.7) e o valor para o total da chuva no período gerado da média de 281,7 mm e desvio padrão de 148,1 mm (N=12).

(Tabela A.7)

TABELA A.7. CHUVAS MENSAIS EXPRESSOS COMO PROPORÇÕES DOS TOTAIS DO PERÍODO

Mês	Média	Desvio Padrão	N
Proporções dos totais dos períodos de chuva (jan.-maio)			
Jan.	0,1778	0,0588	21
Fev.	0,2141	0,0880	21
Mar	0,2631	0,0502	21
Abr.	0,2136	0,0505	21
Maio	0,1312	0,0522	21
Chuvas em mm para meses não incluídos nos períodos			
Jun.	77,58	48,18	30
Jul.	58,82	50,74	28
Ago.	28,07	22,39	27
Proporções dos totais dos períodos da queima (set.-dez.)			
Set.	0,1862	0,1099	12
Out.	0,1995	0,1075	12
Nov.	0,1850	0,1377	12
Dez.	0,4293	0,1026	12

FONTE: Fearnside, 1984c.

Os valores para evaporação mensal são calculados a partir de:

$$Y = 102,0 - 0,150\ A \qquad \text{Equação A.3}$$

onde:

Y = evaporação mensal (mm)
A = chuva mensal (mm)

($p<0,0001$, $r=0,57$, EP=32,06, N=45 meses).

A variabilidade é introduzida usando-se um erro padrão (EP) na estimativa para a regressão.

A insolação mensal é então calculada usando-se uma regressão semelhante em chuva mensal.

$$Y = 156,68 - 0,180\ A \qquad \text{Equação A.4}$$

onde:

Y = insolação mensal (horas)
A = chuva mensal (mm)

($p=0,0002$, $r=0,52$, EP=44,05, N=45 meses).

Os parâmetros meteorológicos diários podem ser gerados a partir das distribuições com relação aos totais mensais (Tabela A-8).

(Tabela A-8)

TABELA A.8. VARIABILIDADE METEOROLÓGICA DIÁRIA EXPRESSA COMO PROPORÇÕES DOS TOTAIS MENSAIS[a]

	Precipitação		Evaporação		Insolação	
Mês	DP	N	DP	N	DP	N
Jan.	0,0485	142	0,0219	123	0,0243	122
Fev.	0,0490	113	0,0178	113	0,0307	85
Mar.	0,0412	159	0,0123	153	0,0261	123
Abr.	0,0479	150	0,0270	150	0,0289	120
Maio	0,0696	155	0,0258	155	0,0667	124
Jun.	0,0648	150	0,0302	150	0,0312	120
Jul.	0,0843	155	0,0302	154	0,0162	124
Ago.	0,1096	147	0,0267	146	0,0108	124
Set.	0,0969	120	0,0289	120	0,0136	120
Out.	0,1013	119	0,0250	119	0,0231	69
Nov.	0,1346	120	0,0150	120	0,0263	120
Dez.	0,0677	124	0,0302	124	0,0336	124

NOTA: As médias usadas são totais mensais divididos pelo número de dias no mês.

Alocação do Uso da Terra

FINANCIAMENTO

Estão incluídos no programa 12 tipos de financiamento: 1) compra da terra e empréstimos para a compra da casa; 2) derrubada da floresta virgem, incluindo a limpeza do sub-bosque, (broca), e o empilhamento do material não queimado, (coivara), com empréstimo com prazo de oito anos do plano original (que estava em vigor de 1971 até 1974); 3) empréstimo para derrubada de floresta virgem com juros mais altos e prazos de um ano, que entraram em vigor no ano agrícola de 1974-1975; 4) dívida no INCRA para salários e itens não duráveis comprados a crédito nos primeiros meses do programa de colonização; 5) outras dívidas para itens duráveis (tais como moto-serras); 6) sementes obtidos do INCRA; 7) custeio do arroz (semear, plantar e colher); 8) custeio do milho; 9) custeio de feijão Phaseolus; 10) culturas perenes (pimenta-do-reino ou cacau); 11) gado e pastagem com animais (inclusive cerca); e 12) empréstimos privados, incluindo itens comprados fiado em mercearias pertencentes a colonos nas agrovilas. As freqüências, montantes e termos dos 12 tipos de empréstimo são mostrados na Tabela A.9.

(Tabela A.9)

TABELA A.9. FINANCIAMENTO: FREQÜÊNCIAS, QUANTIAS E TERMOS

TIPO DO EMPRESTIMO	PROBABILIDADE DE FINANCIAMENTO[a]	HECTARES FINANCIADOS N	HECTARES FINANCIADOS MEDIA	HECTARES FINANCIADOS DP	HECTARES FINANCIADOS N	QUANTIA POR HA MEDIA[b]	QUANTIA POR HA N	ANO INICIAL	ANO FINAL	PERIODO DE CARENCIA (anos)	PRAZO DO EMPRESTIMO (anos)	JUROS (%/ano) SEM MULTA[c]	JUROS (%/ano) COM MULTA[c]
1. TERRA E CASA	1,0[e] ou 0,0[f]	Nota g	1(h)	0	Nota g	46.273	Nota j	1	999[k]	3	20	6,0	6,0
2. DERRUBADA VIRGEM tipo 1	0,79	67	6	0	Nota g	1.037	Nota l	1	3	3	8	7,0	12,0
3. DERRUBADA VIRGEM tipo 2	0,74	21	6	0	Nota g	450	Nota m	4	999[k]	0	1	10,0	13,0
4. DIVIDA NO INCRA	1,00[e] ou 0,00[f]	Nota g	1(h)	0	Nota g	7.744	Nota n	1	999[k]	1	4[o]	6,0	6,0
5. BENS DURÁVEIS	0,12	Nota o	1(h)	0		7.588p	Nota q	1	999[k]	3	8	7,0	12,0
6. SEMENTES	1,00	Nota r	3	0	Nota r	202	Nota s	1	4	0	1	6,0	6,0
7. ARROZ	0,73	78	3	0	Nota r	430	Nota t	1	999[k]	0	1	10,0	13,0
8. MILHO	0,67	24	3	0	Nota r	190	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0
9. PHASEOLUS	0,57	28	2	0	Nota r	340	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0
10.CULTURAS	0,50	10	2	0	Nota u	8.748	Nota t	1	999[k])	3	8	10,0	13,0

PERENES														
11.PASTAGEM		0,05	21	5	0	12	1.156	12	1	999[k]	3	8	10,0	13,0
12.PARTICULAR	R	0,10	Nota w	1(h)	0		1.000	Nota w	1	999[k]	0	1	0,0	0,0

FONTE: Fearnside, 1980d (1982b).

NOTAS:

a) Probabilidades de financiamento sendo requerido e recebido no banco pelo colono, dado que ele decidiu usar a cultura em questão como uma cultura comercial e é solvente.

b) Quantidade financiada em cruzeiros de 1 de janeiro de 1975 (US$1=Cr$7,4; salário mínimo=Cr$326,40/mês). Para tipos de empréstimo 1, 4, 5 e 12 esta é o valor do empréstimo. (Todos os valores são corrigidas para inflação de 35% ao ano).

c) Sem multa por pagamento atrasado.

d) Com multa por pagamento atrasado.

e) Para colonos originais.

f) Para colonos recém-chegados.

g) Política governamental.

h) Hectares médios financiados fixados em um e desvio padrão em zero para tipos de empréstimos não baseados em área.

i) Valor do empréstimo (não por hectare).

j) Calculado de Cr$8.000,00 (ponto médio da variação de preço das casas de 5.000,00 - 11.000,00 em cruzeiros não corrigidos de janeiro de 1971), corrigidos para inflação de 1 de janeiro de 1975.

k) Ano de término fixado em 999 de modo que empréstimos deste tipo são disponíveis durante a execução inteira.

l) De cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1972: Cr$400 de 15 de outubro de 1972.

m) De cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1974.

n) De 8 salários mínimos (totalizando Cr$1.342,00 de 1 de janeiro de 1971). (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206). o) Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206.

p) Freqüência de financiamento para motoserras cerca de 0,10 (50 financiadas em aproximadamente 500 colonos em 1973/74, segundo arquivo da ACAR-PARÁ; 6 motoserras financiadas em 61 colonos a partir dos questionários; freqüência de financiamento para trilhadeira, 0,02 (3 financiados em 152 colonos).

q) De financiamento de motoserras do Cr$4.500,00 (não corrigido) para pedidos de empréstimos datados em outubro de 1973.

r) Valor aproximado representando o caso para a maioria dos colonos.
s) Sementes de arroz distribuídos pelo INCRA em janeiro de 1975 por 40 kg (1 ha).

t) Baseado em cédulas de pedido de empréstimos da ACAR-PARÁ de 1974.

u) Da área média de 0,9 ha para pimenta-do-reino e 1,98 ha para cacau em cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1973 (média de 2 culturas).

v) Da média de valores médios de cacau e pimenta-do-reino em cédulas de pedido de empréstimos da ACAR-PARÁ de 1973: Cr$5.575,00/ha para cacau (DP=280, N=3), Cr$11.920,00 para pimenta-do-reino (DP=3.125, N=3).

w) Valores de empréstimos particulares supostos como estimativa razoável baseado em conversas informais com os colonos. Estes empréstimos podem tomar a forma de crédito em lojas de propriedade de colonos.

Primeiro, todos os colonos originais recebem empréstimos para compra da terra e casa e a dívida no INCRA para salários e itens não duráveis. Colonos simulados podem ter até 20 empréstimos de diferentes tipos e/ou anos. Todos os colonos começam solventes. Colonos que fracassam em pagar o capital e o juro de seus empréstimos do Banco do Brasil ou INCRA serão classificados como insolventes e se tornam inelegíveis para futuros empréstimos provenientes dessas fontes. Uma exceção são os empréstimos do INCRA para sementes, pois, na minha experiência, são dados a todos os colonos, independentemente de solvência. Os empréstimos para sementes foram interrompidos pelo INCRA no ano agrícola de 1975-1976. Se um pagamento é feito atrasado, é cobrada uma taxa mais alta de juros em muitos tipos de empréstimo. A correção monetária para ajuste das dívidas para a inflação pode também ser incluída em qualquer tipo de empréstimo, mas os valores usados para esse parâmetro tornam todos os empréstimos simulados sem correção monetária, dando assim um subsídio substancial do governo para os colonos. Destinar empréstimos sem correção monetária é baseado em várias consultas com representantes do Banco do Brasil em Altamira, de depoimentos do órgão de extensão (ACAR-PARÁ, hoje EMBRATER) e dos contratos de financiamento assinados pelos colonos.

Como uma parte dos processos de decisão para alocações de uso da terra, o número de trechos financiados precisa ser determinado para cada uma das operações relevantes. Considerando-se uma operação (tal como a derrubada) que pode ser auxiliada por um empréstimo, é feita uma verificação para ver se o colono é elegível para o empréstimo. Se for elegível, é feita uma determinação do fornecimento do empréstimo, baseado na probabilidade do financiamento da Tabela A.9. Essas probabilidades são para os colonos que tiveram um empréstimo aprovado e receberam o dinheiro no Banco, pois a lentidão da burocracia do governo normalmente resulta na não liberação da verba até depois que a estação para operações agrícolas já tenha passado na rodovia Transamazônica.

Se um empréstimo for realmente concedido, então precisam ser feitos ajustes adequados aos suprimentos de capital e de mão-de-obra do colono simulado. Junto com o insumo do capital do empréstimo, existe um custo pesado para o colono, tanto em tempo quanto em dinheiro gasto para obter o empréstimo. Estes custos só são arrecadados na simulação para os colonos que realmente recebem empréstimos, uma suposição otimista pois na realidade muitos colonos gastam tempo e dinheiro nos passos iniciais para obter os empréstimos mas na seqüência, fracassam em recebê-los porque o empréstimo não foi aprovado ou porque o colono não quis recebê-los após haver ocorrido atraso excessivo. O custo em dinheiro das idas ao banco para pagar o empréstimo não é incluído nesse ponto, mas é subtraído mais tarde no momento do pagamento no setor de alocação do produto.

Para tipos de empréstimo que são concedidos em uma base por hectare, a quantia do empréstimo adicionada para cada

trecho financiado é calculada multiplicando-se o tamanho de um trecho pela quantia por hectare. Isso é feito para cada trecho financiado. Para empréstimos de uma vez, como os que são concedidos para compra da terra, as quantias são geradas a partir da média e desvio padrão demonstrado para o total de quantias de empréstimo na Tabela A.9. Esses cálculos são feitos só uma vez. No caso dos empréstimos para sementes, do INCRA, o número de trechos financiados para a cultura é calculado das áreas sendo financiadas pelos empréstimos de custeio do Banco do Brasil para a cultura em questão (áreas financiadas em geral, não a área específica para cada colono individual, o qual pode ser insolvente e ainda receber empréstimos para sementes). Os custos para o colono simulado obter os empréstimos só são arrecadados uma vez, sendo que o custo é o mesmo se a área financiada for pequena ou grande. Em empréstimos para o assentamento (terra e casa, dívida no INCRA e bens duráveis) e empréstimos privados não têm custos em mão-de-obra ou em dinheiro. Para outros tipos de empréstimos o custo é deduzido do montante do empréstimo. Isso é feito por frações, a medida em que se considera cada trecho (o custo do financiamento dividido pelo número de trechos financiados provisoriamente) para evitar que o capital do colono se torne negativo. Desde que instrumentos de programação, tais como esses, foram incluídos, o financiamento é considerado, no procedimento de alocação do uso da terra, para determinar se um colono é capaz de orçar cada trecho adicional. O financiamento é considerado em uma base provisória e então todas as mudanças resultantes são desfeitas se, no fim, fica determinado que o colono não é capaz de fazer a alocação que está sendo considerada.

O valor usado para o custo médio em dinheiro do financiamento é de Cr75$1.041. Esse é o ponto médio na variação dos custos de financiamento de Cr$ 595-1.050 dada por Moran (1976: 86), assumindo-se que esses valores se referem ao cruzeiro de 15 de junho de 1974. Esse é um valor um tanto otimista, pois a agrovila estudada por Moran fica somente a 23 km da cidade de Altamira, enquanto que a área de estudo intensivo para o atual estudo de capacidade de suporte é centralizada em uma agrovila a 50 km da cidade (com os custos de transporte para Altamira duas vezes mais alto, com os custos de transporte para os escritórios de ACAR-PARÁ (agora EMBRATER) em Agrópolis Brasil Novo mais ou menos o mesmo). O valor é corrigido para os cruzeiros de 1 de janeiro de 1975 i.e. Cr75$).[1]

O desvio padrão do custo em dinheiro do financiamento é calculado das variações de valores dados por Moran (1976: 86). Os valores máximo e mínimo de 1 de janeiro de 1975 foram usados para aproximar o desvio padrão pelo método de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumindo-se que o número de observações de Moran é de 25 colonos, baseando-se em outros dados apresentados no estudo referido como uma "amostra de 50%" de uma agrovila (agrovilas normalmente abrigam 50 famílias). O valor do desvio padrão assim obtido é Cr75$148. O custo do

financiamento é gerado na simulação a partir do desvio padrão e da média para este custo uma vez por ano para cada colono que tenta obter financiamento.

A perda do trabalho em dias tentando obter um financiamento é gerada de maneira semelhante. O valor para a perda média de trabalho usada é vinte e quatro dias, o ponto central da variação de valores dada por Moran (1976: 86).[2] O desvio padrão foi aproximado usando-se os multiplicadores de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumindo-se um tamanho de amostra de 25 colonos. O valor do desvio padrão obtido desta é de 3,3 dias. A perda de trabalho também precisa ser rateada entre os vários meses do ano. As proporções da perda de trabalho para financiamento, distribuídas por cada mês do calendário, foram as seguintes: janeiro: 0,11, fevereiro: 0,00, mar,o: 0,00, abril: 0,00, maio: 0,11, junho: 0,08, julho: 0,08, agosto: 0,29, setembro: 0,11, novembro: 0,11 e dezembro: 0,00. Essas proporções foram calculadas a partir dos dias de cada uma das diferentes operações de financiamento, usando-se os pontos centrais das variações dadas por Moran (1976: 86). As operações são separadas por meses da seguinte maneira: fazer o plano (julho); confirmação e aprovação (agosto); recebimento de seis pagamentos (igualmente divididos entre: agosto, setembro, outubro, janeiro e maio); e o pagamento do juro do empréstimo (junho).

O dinheiro obtido do empréstimo é alocado na simulação de acordo com o tipo do empréstimo. Empréstimos para bens capitais vão diretamente para bens capitais na simulação, como é requisitado pelo banco mas algumas vezes passado por cima no fato real. Empréstimos privados vão para o dinheiro de consumo, as dívidas no INCRA não são acrescentadas a nenhum dos tipos de caixa, pois presume-se que no primeiro ano os colonos se alimentem com os salários do INCRA. O dinheiro de empréstimos para casas e terra nunca passa através das mãos do colono simulado, como é também o caso com os empréstimos para bens capitais e empréstimos do INCRA para sementes. Outros tipos de empréstimos são acrescentados ao capital do colono.

PREPARO DA TERRA

As decisões de uso da terra são uma parte do processo da alocação do uso da terra. Os trechos de terra disponíveis para alocação no lote são "cortados" (derrubados) ou preparados para plantio, em uma ordem guiada pela preferência do colono simulado para as diferentes categorias de terra disponível para a corte.

Na escolha do primeiro trecho a ser cortado para um dado lote e ano, o primeiro passo é a determinação de quais trechos no lote estão disponíveis para a corte. Aqueles não disponíveis incluem trechos que estão plantados com culturas perenes ou pastagem. Aqueles trechos que estão com mandioca (doce ou brava) no fim do ano agrícola anterior estão também não disponíveis, pois o período de crescimento da mandioca é maior do que um ano. Também, são considerados trechos não

disponíveis para corte se eles têm estado sob cultivo contínuo pelo número máximo de anos permitido antes que o mato torne impossível o plantio de uma nova cultura sem um período de intervalo de pousío. Aqui "cultivo contínuo" inclui culturas anuais, culturas perenes, pastagens, solo nu e mato (com menos de 240 dias). O período de pousío no intervalo será no mínimo até o estágio de "vegetação secundária" (acima de 240 dias). O número máximo de anos permitido em cultivo contínuo é um parâmetro de entrada, sendo usado um valor de dois anos de acordo com a prática normal na rodovia Transamazônica.

A cada um dos trechos considerado "disponível" para corte é designada uma categoria de classe de corte e é conservado um registro do número de trechos disponíveis em cada categoria. As categorias são: 1) mato ou terra nua, no fim do ano agrícola anterior (menos de 240 dias); 2) vegetação secundária com menos de 2 anos; 3) vegetação secundária de 2-3 anos; 4) vegetação secundária de 4-6 anos; 5) vegetação secundária de 7-11 anos; 6) vegetação secundária de 12-16 anos; 7) vegetação secundária de 17-20 anos; 8) vegetação secundária com mais de 20 anos; e 9) floresta virgem (floresta não derrubada anteriormente pelos colonos).

A seguir, o número de trechos financiados para derrubada da floresta virgem é determinado. Isso é feito de acordo com o procedimento previamente descrito para financiamento, baseado na elegibilidade do colono para empréstimos, áreas financiadas em programas de crédito do governo, etc.

O primeiro tipo de corte feito é a derrubada virgem financiada, até que o número de trechos financiados para derrubada virgem seja alcançado, ou até que os recursos do colono simulado estejam esgotados, o que ocorrer primeiro. Começando com um trecho escolhido ao acaso, os trechos são examinados até ser encontrado um trecho virgem, são feitos os ajustes apropriados no capital do colono simulado, dependendo dos termos de financiamento correntes no ano em questão.

Para trechos não influenciados pelo financiamento de derrubada virgem, a categoria de corte, ou categoria de idade, do trecho a ser cortado é escolhida (entre categorias para as quais existem alguns trechos disponíveis no lote), baseado em probabilidades de corte. As classes de derrubada representam as probabilidades de derrubada de alguma quantia dessa classe de uso da terra para fins de conversão a um uso que não seja pastagem, dada a existência no lote tanto da terra virgem quanto da categoria em questão. Essas probabilidades são calculadas como proporções de anos de lote onde a terra da categoria está disponível e então é derrubada (Fearnside, 1984e). As probabilidades usadas são: 1) mato e terra nua: 0,800 (N=60); 2) 8 meses - 2 anos: 0,750 (N=28); 3) 2 - 3 anos: 0,385 (N=13); 4, 5, 6, 7) 4 - 20 anos: tudo presumido como sendo 0,385 (o mesmo que categoria 3); 8) acima de 20 anos: presume-se que seja 1,0 (o mesmo que categoria 9); 9) virgem: 1,0. Esses valores para probabilidades de derrubada são parâmetros de entrada usados para representar o comportamento real dos colonos na rodovia Transamazônica. É

possível examinar os efeitos de mudanças hipotéticas nesse comportamento, tais como manutenção dos períodos de pousío de uma certa duração, alterando-se as probabilidades de corte para tornar as probabilidades para classe de idade abaixo da duração do período de pousío igual a zero e aqueles acima dele iguais a um.

Uma vez identificada a categoria a ser cortada, um trecho é escolhido e cortado nesta categoria. Esse processo continua enquanto progride o procedimento de alocação do uso da terra e termina quando a terra, o trabalho ou os recursos de capital foram esgotados.

ÁREA DE SUBSISTÊNCIA

Aprendizado do Colono e Comportamento na Alocação

A demanda de subsistência é determinada para o colono simulado pelo cálculo do número de hectares de culturas de subsistência necessárias para suprir as quantias de subsistência dessas culturas, inclusive uma margem de proteção contra colheitas pobres. O programa contém uma característica que permite aos colonos o aprendizado da experiência de todos os colonos na área, na estimativa de quanta terra será necessária para suprir as necessidades de subsistência, incluindo a margem para colheitas pobres. Essa característica pode ser incapacitada pelo usuário do programa, se desejar. Para fazer os ajustes do aprendizado, precisa-se computar o desvio padrão e médio de colheitas.

No primeiro ano (ou em execuções sem a característica de aprendizado) são usados a média esperada da colheita e o desvio padrão que entraram como parâmetros do programa. Esses valores iniciais são baseados em publicações oficiais de órgãos de colonização, presumivelmente correspondendo à aquilo que foi dito aos colonos para esperarem quando chegassem. A colheita esperada de arroz é de 1.500 kg/ha (Brasil, INCRA, 1972a: 195); para milho é de 1.500 kg/ha (p. 196); para feijão Phaseolus é de 800 kg/ha (p. 197); para feijão-de-corda Vigna também é presumido os mesmos 800 kg/ha; para mandioca brava é de 6.667 kg farinha/ha ano de crescimento (p. 196); e para macaxeira (mandioca doce) é presumida que é os mesmos 6.667 kg farinha/ha/ano de crescimento. Os desvios padrão são zero para todas as culturas, correspondendo à inexistência de variação nas colheitas. Nos anos subseqüentes, em execuções do programa com a característica de aprendizado, os desvios padrão e médio são ajustados de acordo com a experiência dos colonos simulados.

Margem de Segurança da área de Subsistência

Os hectares necessários para cada cultura de subsistência são calculados pela multiplicação das necessidades de subsistência do produto (calculada anteriormente) vezes o tamanho da família para o lote, acrescentando-se isso ao

produto do estatístico "z" do risco aceitável pelo colono e o desvio padrão esperado para colheitas da cultura e então corrigindo-se o resultado da deterioração esperada pela multiplicação pela soma da deterioração esperada mais um, e a divisão pela colheita mídia esperada para a cultura. O valor para a estatística "z" usado para calcular a margem de segurança que protege o colono contra o fracasso é calculado a partir de uma declaração oficial sobre o risco aceitável. Espera-se que no futuro sejam disponíveis melhores informações que reflitam o ponto de vista do próprio colono nesse item difícil de qualificar. O valor usado foi calculado a partir do Projeto RADAMBRASIL de classificação dos solos da área como tendo "boa produção" se estiverem "mostrando ligeiros riscos de estragos ou de fracasso na cultura devido à irregularidade na distribuição da chuva, com a probabilidade de ocorrência de uma vez em um período de cinco anos" (Brasil, RADAMBRASIL, 1974 Vol. 5: III/117). O período de cinco anos de média para um fracasso corresponde à probabilidade de 0,1294 de fracasso por ano, que corresponde à um valor estatístico "z" de 1,13.

No caso dos feijões, onde há dois tipos (feijão Phaseolus e o feijão-de-corda Vigna) e mandioca (doce e amarga), o tipo de feijão ou mandioca plantado para qualquer ano dado é selecionado e a colheita esperada correspondente a esse tipo é usada nos cálculos da área de subsistência. Um determinado colono só usa um desses tipos na simulação. A probabilidade do tipo Vigna (a probabilidade de que um colono plantará Vigna em vez de Phaseolus em um determinado ano, dado que um dos dois será plantado) é de 0,221, o que é baseado nas proporções das roças de "feijão" estudadas (120 roças de Phaseolus e 34 de roças de Vigna). A probabilidade do tipo mandioca doce (a probabilidade de que um colono plantará macaxeira (mandioca doce) em oposição à mandioca brava em um determinado ano, dado que uma das duas será plantada) é de 0,169, o que é baseado na proporção da variedade doce nas roças de mandioca estudadas (13 doce versus 64 amarga).

Para todas essas culturas (arroz, milho, "feijão" e mandioca) a área de subsistência requerida é calculada com o resultado dos kilogramas do produto para subsistência per cápita vezes o tamanho da família para o lote, mais o produto do estatístico "z" para fracasso aceitável e o desvio padrão esperado nas colheitas da cultura.

MODELANDO ALOCAçõES DE CULTURAS

Decisões de Consorciação

Uma vez tomada a decisão de alocar um trecho para uma dada cultura, o uso da terra precisa ser determinado, inclusive a consorciação com outras culturas. As decisões de consorciação são tomadas baseando-se nas probabilidades de dadas combinações aparecerem, dentro das restrições dos vinte e quatro usos de terra incluídos na simulação. As decisões de alocações originais são feitas na base de culturas simples, e

as culturas consorciadas são acrescentadas à essa cultura principal depois que é tomada a decisão de alocação.

A probabilidade de que o arroz seja plantado sozinho é de 0,43 (N=303 roças de arroz). A probabilidade de arroz consorciado com milho (solteiro, não milho + outra cultura) é de 0,41 (N=303 roças de arroz). A probabilidade de arroz consorciado com mandioca brava é de 0,07. A probabilidade de arroz com mandioca brava é calculada a partir da probabilidade geral de arroz com qualquer tipo de mandioca de 0,083 (25 de 303 roças de arroz) e a proporção de mandioca brava em roças de mandioca de qualquer tipo de consorciação, que é de 0,831 (64 roças de mandioca brava entre um total de 77 roças de mandioca). De maneira semelhante, a probabilidade usada para consorciação de arroz com mandioca doce (macaxeira) é de 0,01, calculado de 0,083 de probabilidade geral de arroz com mandioca e a proporção geral de macaxeira de 0,169. A probabilidade usada de arroz com ambos, milho e mandioca brava foi de 0,04, que é calculado a partir da probabilidade geral de arroz com milho e mandioca de 0,046 e a proporção geral de mandioca doce de 0,169. A probabilidade de arroz consorciado com capim é de 0,03, que é baseado na probabilidade de arroz com capim de 0,026 (8 de 303 roças de arroz) e probabilidade de arroz com capim e milho de 0,003 (1 de 303 roças de arroz, uma combinação não incluída explicitamente na simulação).

A probabilidade de Phaseolus plantado sozinho (em oposição ao plantado com milho verde; milho seco não é contado como uma cultura consorciada) é de 0,90 (N=120 roças de Phaseolus). Esse valor para Phaseolus sozinho na realidade inclui algumas outras combinações não explicitamente incluídas na simulação: 0,808 foi de Phaseolus sozinho, 0,067 foi de Phaseolus com mandioca, 0,008 foi de Phaseolus com milho seco e 0,075 foi de Phaseolus com outras culturas. Este é o único parâmetro de Phaseolus usado; o valor usado é menor que um, como no caso da soma das probabilidades das combinações de arroz. O remanescente (0,10) representa a probabilidade de Phaseolus ser plantado com milho verde. Isto é baseado na probabilidade de 0,092 para Phaseolus com milho verde somente (11 entre 120 roças de Phaseolus) e a probabilidade de 0,008 de Phaseolus com ambos, milho verde e mandioca (1 entre 120 roças de Phaseolus, uma combinação não incluída explicitamente na simulação).

A probabilidade de Vigna sozinho é 0,32 (N=34 roças de Vigna). Essa é a probabilidade de Vigna ser plantado, ou sozinho ou com outras culturas além de milho, verde ou seco. As probabilidades para qualquer uma das combinações são 0,147 para Vigna com mandioca e 0,147 para Vigna com outras culturas. Como a probabilidade de Vigna "sozinho" é a única probabilidade de consorciação usada como um parâmetro de entrada, a diferença entre isso e 1,000 representa a probabilidade de Vigna ser consorciado com milho, verde ou seco. Essa probabilidade é 0,68, que é baseada nas probabilidades de 0,206 para Vigna com milho seco, 0,235 para Vigna com milho verde, 0,000 para Vigna com milho

seco e mandioca, e 0,235 para Vigna com milho verde e mandioca (N=34 roças de Vigna).

A probabilidade para mandioca brava sozinha ou com outras culturas além de arroz ou milho é 0,62 (N=64 roças de mandioca brava) e a probabilidade de mandioca brava com milho é 0,08 (5 de 64 roças de mandioca brava). Essas probabilidades não somam um, a probabilidade restante de 0,30 representando a probabilidade da mandioca brava com arroz e milho (19 de 64 roças de mandioca brava).

A probabilidade da macaxeira (mandioca doce) ser plantada sozinha ou com outras culturas além de arroz ou milho é 0,91 (10 de 11 roças de macaxeira) e a probabilidade de macaxeira consorciada com milho é também 0,00 (0 de 11 roças de macaxeira). Essas probabilidades não somam um, sendo a probabilidade remanescente de 0,09 (1 de 11 roças de macaxeira) de macaxeira com arroz e milho.

As decisões de consorciação não são incluídas separadamente para milho a fim de evitar duplicação com as decisões de consorciação com outras culturas. Alocações que são feitas explicitamente com milho como a principal cultura são, portanto, designadas como milho sozinho e todo o milho que é consorciado é o resultado de designações com outras culturas como a cultura principal.

Alocações para cacau, pimenta-do-reino, pastagem sem animais e pastagem com animais são feitas diretamente sem consorciação.

Restrições da Mão-de-Obra e do Capital

São determinadas primeiramente as operações necessárias para a instalação do uso de terra proposto. Por exemplo, se o uso de terra proposto é arroz e o uso presente da terra é floresta virgem, o custeio tanto da derrubada virgem como do arroz (plantar, capinar e colher, incluindo empilhar e bater ou trilhar) precisa ser conferido. Existem quinze operações consideradas no programa: 1) derrubada; 2) roçagem (derrubada da vegetação secundária) (vegetação secundária é definida como não cultivado pelo menos há oito meses); 3) limpa de mato (sendo mato definido como não cultivado por 2-8 meses) 4) custeio de arroz (incluindo plantar, capinar e colher, mas não a derrubada de vegetação secundária ou limpeza de mato, como no caso do custeio nos empréstimos bancários 5) custeio do milho; 6) custeio de feijão Phaseolus ou Vigna; 7) custeio de mandioca doce ou brava (incluindo a produção da farinha para o controle de mão-de-obra mas não de capital; 8) estabelecimento do cacau; 9) estabelecimento de pimenta-do-reino; 10) estabelecimento de pastagem sem animais (plantio, não incluindo a construção de cercas ou currais); 11) estabelecimento de pastagem com animais (incluindo as cercas e currais); 12) manutenção do cacau (não incluindo o custo de fertilizantes); 13) manutenção do pimenta-do-reino (não incluindo o custo de fertilizantes); 14) manutenção de pastagem sem animais; e 15) manutenção de pastagem com

animais. Os controles exigem parâmetro para a necessidade de mão-de-obra total (Tabela A.10), necessidade de mão-de-obra masculina (Tabela A.11) e custos fixos para cada operação. As necessidades de mão-de-obra para as tarefas que compreendem cada operação são resumidas na Tabela A.12 e as necessidades de custo fixo são dadas na Tabela A.13.

(Tabela A-10)

TABELA A.10. MÃO-DE-OBRA TOTAL REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS POR MÊS

OPERAÇÃO	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Corte												
1. Floresta virgem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	6,9	8,0	0,0	0,0
2. Capoeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	4,8	0,0
3. Mato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,7	0,0
Culturas												
4. Arroz(a)	6,2	3,7	3,7	0,0	0,0	14,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Milho(a)	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0	0,0	0,0	2,0
6. Feijão(a)	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	6,2	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Mandioca(b)	0,0	20,3	20,3	20,3	20,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	20,3
Estabelecimento												
8. Cacau	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	6,0	0,0	22,0	22,0
9. Pimenta-do-reino	27,0	13,5	1,5	4,5	12,0	0,0	46,3	46,3	10,0	30,0	24,0	0,0
10. Pasto sim animais	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Pasto com animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Manutenção												
12. Cacau	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
13. Pimenta-do-reino	1,5	9,0	2,5	1,5	0,0	11,5	1,5	9,0	2,5	0,0	9,0	2,5
14. Pasto sim animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Pasto com animais	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,1	4,1	0,6	0,6	0,6	0,6

FONTE: Fearnside, 1980b.
NOTA: Mão-de-obra total requerida (independente de idade e sexo) em equivalentes de dia de homem/ha (veja texto para justificativa)

(a) Plantío, limpeza e colheita.
(b) Plantío, limpeza, colheita, e preparação de farinha

(Tabela A-11)

TABLA A.11. MÃO-DE-OBRA MASCULINA REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS POR MÊS

OPERAÇÃO	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Corte												
1. Floresta virgem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	6,9	8,0	0,0	0,0
2. Capoeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	4,8	0,0
3. Mato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,7	0,0
Culturas												
4. Arroz(a)	6,2	3,7	3,7	0,0	0,0	14,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Milho(b)	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	0,0	2,0
6. Feijão(a)	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	6,2	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Mandioca(b)	0,0	10,8	10,8	10,8	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	20,3
Estabelecimento												
8. Cacau	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	6,0	0,0	22,0	22,0
9. Pimenta-do-reino	27,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	46,3	46,3	10,0	30,0	24,0	0,0
10. Pasto sim animais	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Pasto com animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Manutenção												
12. Cacau	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
13. Pimenta-do-reino	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	10,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14. Pasto sim animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Pasto com animais	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,1	4,1	0,6	0,6	0,6	0,6

FONTE: Fearnside, 1980b.

NOTA: Mão-de-obra masculina requerida (homens adultos com pelo menos 18 anos) em dias de homem/ha (veja texto para justificativa).

(a) Plantío, limpeza e colheita.

(b) Plantío, limpeza, colheita, e preparação de farinha

(Tabela A-12)

TABELA A.12 MÃO-DE-OBRA REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Operação	Tarefa	Meses	Mão-de-obra total média requerida (dias de homem/ha)	DP	N	Fonte	Mão-de-obra masculino (% do total)	Notas
CORTE								
1. Floresta virgem	Broca	Jul., Ago.	11,45	7,04	21	Dados de campo	100	
	Derrubada	Ago., Set.	9,34	3,65	12	Dados de campo	100	
	Queimada	Out.	1,69	3,80	15	Dados de campo	100	
	Coivara	Out.	6,26	8,86	200	Dados de campo	100	Empilhamento de material não queimado para uma segunda queimada
	Corte	Set., Out.	20,0	----	1	Dados de campo	100	
2. Capoeira	Coivara	Nov.	4,79	7,06	40	Dados de campo	100	
3. Mato	Corte	Out.	7,00	5,18	6	Dados de campo	100	Preparação para plantio de arroz
	Coivara	Nov.	1,66	2,32	12	Dados de campo	100	
CULTURAS								
4. Arroz	Plantio	Jan.	6,23	6,26	13	Dados de campo	100	
	Capina	Fev., Mar.	7,40	5,40	207	Dados de campo	100	
	Colheita	Jun.	14,08	10,14	12	Dados de campo	100	
	Trilhagem	Jul.	4,07	1,26	4	Dados de campo	100	Para trilhagem manual. Para trilhagem com máquina requer 2 dias de homem/ha (Smith, 1976b: 158)
5. Milho	Plantío	Dez.	2,0			Smith, 1976b: 194	100	Presumido milho solteiro

	Capina	Fev., Mar.	9,93	9,43	141	Dados de campo	0	
	Colheita	Ago.	5			Smith, 1976b: 194	50	
	Remoção de sementes	Set.	5			Smith, 1976b: 194	50	
6. Feijão (*Phaseolus* ou *Vigna*)	Limpa	Abr.	10.9	(veja nota)				Limpa (limpeza de mato herbáceo em preparação para plantio) não é considerado como uma operação de "corte" no caso de feijão; Pontos médios entre as médias para as duas espécies usadas para necessidades
	Phaseolus		14.8	10,3	10	Dados de campo	100	
	Vigna		7.0	3,00	3	Dados de campo	100	
	Plantio	Abr.		(veja nota)				
	Phaseolus		2,49	1,16	2	Dados de campo	0	
	Vigna		2,49		0			
	Capina	Jun., Jul.	12,34	(veja nota)				
	Phaseolus		9,54	7,50	63	Dados de campo	0	
	Vigna		15,16	20,07	22	Dados de campo	0	
	Colheita	Jul.						
	Phaseolus		4,96	----	1	Dados de campo	100	
	Vigna		4,96		0			
7. Mandioca (brava ou macaxeira)	Plantio	Fev. - Mai.	4,07	4,39	2	Dados de campo	100	Todos os valores corregidos para dar mão-de-obra requerida por ano usando a média do período de crescimento de mandioca brava de 1,29 anos (DP=0,53, N=64); mão-de-obra para preparação de farinha baseado no rendimento médio de mandioca brava de 3.617,7 kg farinha/ha/ano de crescimento (DP=2.002,2, N=15) de dados de campo, e mão-de-obra de beneficiamento de 37 kg/dia de homem (Smith, 1976b: 158)
	Capina	Nov. - Dez.	8,53	6,05	27	Dados de campo	0	
	Colheita	(Toda mão-de-obra distribuída entre os 6 meses com menos trabalho)	11,63	----	1	Dados de campo	100	
	Fabricação de farinha		97,77			Dados de campo; Smith, 1967b: 158	50	

ESTABELECIMENTO

8. Cacau	Preparo da área	Dez.	12,0	Todos os números de: Brasil, INCRA, 1972a: 168	100	Valores de mão-de-obra calculados de equivalentes de mão-de-obra familiar dado para famílias de 2,5 adultos masculinos, derivado usando a mesma tabela de equivalentes usado no presente trabalho (Tabela A.37)
	Sombreamento provisório	Dez.	10,0		100	
	Sombreamento definitivo	Jan.	4,0		100	
	Construção de viveiro	Ago.	5,0		100	
	Enchimento de sacos plásticos	Ago.	6,0		0	
	Plantio de sementes	Ago.	4,0		0	
	Cuidado de mudas	Set.	6,0		0	
	Buracos para mudas	Nov.	16,0		100	
	Adubação	Nov.	2,0		100	
	Plantio de mudas	Jan.	16,0		100	
	Calagem	Nov.	4,0		100	
9. Pimenta-do-reino	Plantio de mudas (estacas) e adubação	Jan.	27,0	Todos os números de: Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	
	Capina durante estabelecimento	Fev.	9,0		0	
	Formação de montes de solo	Fev., Abr.	12,0		0	
	Tratamentos	Mar.	1,5		100	
	Cobertura morta	Mai.	12,0		0	
	Corte de estacas (tutores)	Jul.	46,3	Presunção	100	20 minutos/poste
	Transporte de estacas (tutores)	Ago.	46,3	Presunção	100	20 minutos/poste
	Limpeza da área	Set.	10,0		100	
	Buracos para mudas	Out.	30,0	Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	13 minutos/buraco
	Colocação de	Nov.	24,0		100	10 minutos/poste

	estacas (tutores)							
10. Pasto sim animais	Coleta de sementes	Jan.	2,3	---	1	Dados de campo	100	3 dias de homem/saco de 60 kg, suficiente para semearar 1,3 ha de *Panicum maximum*.
11. Pasto com animais	Corte de estacas para cerca	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 min./poste (espaçamento de 5 m, área do campo=22,7 ha, N=1).
	Transporte de estacas	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 minutos/poste
	Abertura de buracos	Jul. - Ago.	0,58			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	13 min.buraco, valor para postes de pimenta-do-reino
	Colocação de estacas	Jul. - Ago.	0,46			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	Para postes de pimenta-do-reino
	Colocação de arame	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 minutos/poste
	Construção de curral	Jul. - Ago.	4,76	---	1	Dados de campo	100	Curral de 150 m^2
MANUTENÇÃO								
12. Cacau	Adubação	Todas as tarefas distribuídas ao longo do ano inteiro	16,67			Brasil, ACAR-PARÁ, Unidade Operacional Altamira VI, s/d-b [ca. 1974]	100	Convertido do valor em días de homem/1.000 plântulas, usando a densidade recomendada de 1.111 árvores/ha
	Polvilhação		13,33				100	
	Poda		11,11				100	
	Colheita e beneficiamento		48,89				50	
	Capina		17,78				0	
13. Pimenta-do-reino	Capina	Feb., Jun., Ago., Nov.	35			Brasil, INCRA, 1972a: 169	0	
	Poda	Mai., Jun., Set., Dez.	10				100	
	Polvilhação	Jan., Abr., Jul.	6				100	

14. Pasto sim animais	Corte de vegetação secundária invasora	Jul., Ago.	2			Presunção	100	Baseado na baixo padrão de manutenção na área
15. Pasto com animais	Reparos e cuidado do rebanho	Todos os meses	6,60		2	Fearnside & Rankin, 1973, notas de campo	100	De duas fazendas cerca de Santarém
	Corte de vegetação secundária invasora	Jul., Ago.	7,00	5,18	6	Dados de campo	100	Presumido igual à porção referente a corte na operação de corte

FONTE: Fearnside, 1980b (1982b).

(Tabela A-13)

TABELA A.13. CUSTOS MONETÁRIOS FIXOS PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Operação	Item	Custo (Cr75$/ha)	DP	N	Observações
Corte					
1) Floresta virgem	Ferramentas	0			O custo de ferramentas manuais não parece colocar um limite significativo usando-se mão-de-obra familiar. Obs.: moto-serras podem ser substituídas aproximadamente ao mesmo custo por hectare por mão-de-obra contratada e portanto não está incluída explicitamente no programa.
2) Capoeira	Ferramentas	0			
3) Mato					
Culturas					
4) Arroz	Químicos em pilhas de arroz colhido	17,75	18,59	8	Custo por sacos para todas as culturas é deduzido do preço de venda em vez de ser considerado como um custo fixo que pode agir com um pré-requisito para o plantio, pois os sacos podem freqüentemente ser obtidos a credito na época da colheita.

5) Milho	Químicos, etc.	0	0	4	
6) Feijão (*Phaseolus* ou *Vigna*)	Químicos no tratamento da semente	7,60	--	2	
7) Mandioca (brava ou doce)	Cultivo	0			Custos do processamento (depreciação e operação do equipamento) são deduzidos dos preços de venda na simução--não é um pré-requisito para o plantio. Na rodovia Transamazônica os colonos que não têm equipamento podem usar a casa de farinha do vizinho em troca de 30% da produção.
	Fabricação de farinha	0			
Estabelecimento					
8) Cacau	Aldrin (6 kg)	74			De: Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI e CEPLAC, s/d.(*Ca*. 1974). Valores convertidos para Cr75$.
	Construções rústicas	77			
	Sacos plásticos	82			
	Pulverizador	315			
9) Pimenta-do-reino	Químicos, etc.	16,38			De: Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973. Valor convertido pa-

					ra Cr75$. Presume a densida- de recomendada de 1.111 plantas/ha.
10)	Pastagem sem animais	Sementes, ferramen- tas, etc	0		Não é considerado uma bar- reira significativa para o plantio.
11)	Pastagem com animais	Arame pa- ra cercas	74,34		Cerca de 4-arames baseado no preço de Altamira: Cr$350 por rolo de 500 m em fevereiro de 1975
		Gado	459,00		Cr75$2.500/cabeça preço de compra + Cr75$200/cabeça para transporte, presumindo-se a taxa do estoque a 0,17 cabeça/ha.
		Arame para curral	154,17	-- 1	

Manutenção

12)	Cacau	Trata- mento químico	61,52		40 kg/ha/ano de 1% inseticida BHC ao custo de Cr$1,00/kg em 1974 (Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI; e CEPLAC, s/d.(*Ca*. 1974). Nota: a depreciação do equipamento calculada em outra parte do programa.
13)	Pimenta- do- reino	Químicos + ferti- lizante	995,12		Insumos para 1.000 plantas são 15 kg de fungicida "Cuprovit" ou "Cuprosan", 1 litro de inseticida 100% "Malatol", 12 kg de insetici-

				da "Dithane M-45", 600 kg de fertilizante NPK, 4 litros de "Novapol", 3.000 kg de torta de mamona *Ricinus communis*, 500 kg de calcário dolomítico e 500 kg de farinha de osso (Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973). Correção feita para a inflação e para a densidade recomendada de 1.111 plantas/ha.
14)	Pastagem sem animais	Ferramentas etc.	0	Não é considerado uma limitação significativa.
15)	Pastagem com animais	Reparos de cercas, remédios, etc.	300,00	Presumido.

FONTE: Fearnside, 1980d, 1982b.

O primeiro controle feito é para a possibilidade de trabalho total sem mão-de-obra contratada. Para cada mês a necessidade de mão-de-obra total, calculada a partir das necessidades de mão-de-obra total mostrada na Tabela A.10 para a operação em questão e o tamanho do trecho, é subtraída dos valores para o suprimento de mão-de-obra para o mês. Se o suprimento da mão-de-obra da família for insuficiente, então a quantia de mão-de-obra suplementar contratada é determinada, junto com seu custo, baseado no custo de mão-de-obra para aquele mês. Os custos de mão-de-obra são baseados nas taxas vigentes no ano agrícola de 1974-1975, que era de Cr$15/dia para todos os meses exceto para o período da colheita do arroz (junho) e o período da derrubada (agosto-setembro), que era de Cr$20/dia (sem comida incluída no acerto para nenhuma das taxas). Se a quantidade de capital para o lote não for suficiente para pagar a mão-de-obra contratada, então o controle de suficiência de mão-de-obra e de capital será mal sucedido.

Se os suprimentos de mão-de-obra total são adequados, é feito um controle das necessidades de mão-de-obra masculina para determinar se é necessária mão-de-obra contratada adicional antes do retorno de um controle bem sucedido de suficiência de mão-de-obra. A mão-de-obra masculina disponível para cada mês é calculada a partir da mão-de-obra da família mais mão-de-obra contratada (toda a mão-de-obra contratada é considerada masculino adulto), menos a necessidade de mão-de-obra masculina como calculada a partir do produto da necessidade de mão-de-obra masculina por-hectare e o tamanho do trecho. Se a mão-de-obra masculina for insuficiente, então é testada a possibilidade de contratação de mão-de-obra externa para satisfazer essa necessidade. Se a quantidade de capital for maior do que o custo da mão-de-obra vezes o valor absoluto do déficit da mão-de-obra masculina para o mês, então a mão-de-obra é contratada com ajustes apropriados do capital. De outra forma o controle não é bem sucedido. Se a contratação da mão-de-obra para resolver o déficit da mão-de-obra masculina for praticável, então o produto do custo da mão-de-obra e dia de homem necessário é subtraído da quantidade de capital, e o valor para a quantia de mão-de-obra contratada usada é atualizada para refletir a contratação.

A viabilidade em termos de custos fixos de capital é a última necessidade verificada. Para isso, o capital é reduzido pelo produto do custo fixo por hectare para a operação, mês e tamanho do trecho. Se o capital torna-se negativo, então o controle não é bem sucedido. Se o controle foi bem sucedido até esse ponto, então é feita uma determinação da necessidade ou não de um segundo ciclo de controle.

Se a operação que acaba de ser controlada for a primeira parte de uma operação de duas partes, como uma cultura anual

em uma locação de floresta virgem, onde é preciso ser feito um controle para a operação de derrubada e outro para as necessidades do plantio até a colheita, então a operação (uma operação de corte) é re-designada (como uma operação de cultura) e os controles descritos acima de mão-de-obra total, mão-de-obra masculina e custos fixos são executados na nova operação. Se o controle não for bem sucedido em qualquer ponto, então o resultado que não foi bem sucedido é indicado para o uso da terra.

Escolhas da Cultura Comercial

A probabilidade do uso de várias culturas como culturas comerciais é determinada para o lote simulado usando-se as probabilidades para culturas simples (não combinações de culturas consorciadas) serem usadas como comerciais, baseando-se nas freqüências observadas entre os colonos que seguem cada um dos quatro padrões de uso da terra na rodovia Transamazônica. As probabilidades do uso da terra empregadas como parâmetros para o programa foram calculadas a partir de dados como o quociente do número de anos de hectare em cultura comercial de cada cultura em um dado padrão de uso da terra dividido pelo total dos anos de hectare em cultura comercial para aquele padrão de uso da terra. "Hectares comerciais" são áreas em excesso dos valores considerados razoáveis para as necessidades de subsistência somente dependendo da cultura. Essas áreas são para a designação de culturas simples, não combinações de consorciação. A divisão entre áreas de subsistência e comércio foi de 0,5 ha no caso de arroz, milho, Phaseolus e Vigna; 0,2 ha no caso da mandioca brava e da macaxeira e 0,0 ha no caso do cacau, pimenta-do-reino, pastagem sem animais e pastagem com animais. "Anos de hectare comercial" é o produto dos hectares comerciais e o número de anos de colono nos quais a terra foi alocada para essa cultura (ver Tabela 4.5).

Modelando Mudanças do Solo

QUALIDADES DE QUEIMADA

A distribuição dos meses de derrubada é apresentada na Tabela A-14.

(Tabela A.14)

TABELA A.14. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DA DERRUBADA DA FLORESTA VIRGEM

	Mês								
Item	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Número	1	2	16	31	180	82	37	14	363
Porcentagem	0,3	0,6	4,4	8,5	49,5	22,6	10,2	3,9	100

FONTE: Fearnside, s/d-d (1986f).
Média dos dias entre derrubada e queimada = 44,1 (DP = 65,3, N = 138).

Queimadas virgens simuladas são classificadas como "más" ou "boas" dependendo se a Equação A.5 ou A.6 der o valor maior.

$$Y = 3{,}2459 \times 10^{-3} A - 3{,}5933 \times 10^{-3} B + 3{,}4928 \times 10^{-3} C + 7{,}7949 \times 10^{-2} D + 1{,}5809 \times 10^{-1} E + 3{,}8381 \times 10^{-2} F - 6{,}1617 \qquad \text{Equação A.5}$$

onde:

Y = discriminador de má queimada
A = chuva entre derrubada e queimada (mm)
B = evaporação entre derrubada e queimada (horas)
C = insolação entre derrubada e queimada (horas)
D = chuva em 15 dias antes da queima (mm)
E = evaporação em 15 dias antes da queima (mm)
F = insolação em 15 dias antes da queima (horas)
(variância geral = $2{,}43 \times 10^{22}$, N=76).

$$Y = 1{,}2662 \times 10^{-3} A - 5{,}2735 \times 10^{-5} B + 2{,}5793 \times 10^{-3} C + 8{,}8626 \times 10^{-2} D + 1{,}827 \times 10^{-2} E + 3{,}1593 \times 10^{-2} F - 7{,}5752 \qquad \text{Equação A.6}$$

onde:
Y = discriminador de queimada boa
A - F = o mesmo que na Equação A.5
(variância geral = $2{,}26 \times 10^{20}$, N=171).

Estatísticas para funções disriminantes (Equações A.5 e A.6):

Distância Mahalanobis (D^2) = 0,686, estatística F = 5,89, $p<0{,}001$; Igualdade de covariâncias: gl = 21, 93.234, estatística F = 22,47, $p<0{,}0001$. Casos corretamente previstos = 74%, N=247.

(Tabela A.15)

TABELA A.15. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DO CORTE E QUEIMA DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA

Item	*Mês*								
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Total
				Corte					
Número	1	8	8	39	24	20	10	1	111
Porcentagem	0,9	7,2	7,2	35,1	21,6	18,0	9,0	0,9	100
				Queima					
Número	0	0	4	10	50	37	13	5	119
Porcentagem	0	0	3,4	8,4	42,0	31,1	10,9	4,2	100

FONTE: Fearnside, s/d-d (1986f).
Média de dias entre o corte e a queima = 52,6 (DP = 96,1, N = 79).

As queimadas simuladas de vegetação secundária são classificadas entre "más" e "boas" usando como funções discriminantes as Equações A.7 e A.8:

$$Y = 4{,}8378 \times 10^{-4} A - 1{,}3939 \times 10^{-2} B + 2{,}9030 \times 10^{-3} C - 1{,}3692 \times 10^{-1} \quad \text{Equação A.7}$$

onde:

Y = discriminador de má queimada
A = chuva entre corte e queima (mm)
B = evaporação entre corte e queima (mm)
C = insolação entre corte e queima (horas)
(variância geral = $9{,}92 \times 10^{11}$, N=31).

$$Y = -3{,}3761 \times 10^{-3} A - 2{,}0641 \times 10^{-2} B + 6{,}0930 \times 10^{-4} C - 1{,}0033 \quad \text{Equação A.8}$$

onde:

Y = discriminador de boa queimada
A - C = o mesmo que na Equação A.7
(variância geral = $1{,}29 \times 10^{13}$, N=23).

Estatísticas para as funções discriminantes (Equações A.7 e A.8): Distância Mahalanobis (D^2) = 0,566, estatística F = 2,39, $\underline{p}$ = 0,8; Igualdade de covariâncias: gl=6, 15.499, estatística F = 5,78, $\underline{p}$<0,0001. Casos preditos corretamente = 65%, N=54.

MUDANÇAS NO SOLO PELA QUEIMADA

Queimadas de Floresta Virgem

As mudanças das características do solo com a queimada podem ser modeladas com o seguinte conjunto de equações. Nos casos em que a qualidade da queimada representa um fator significativo, isso é representado em equações de regressão múltipla através de variáveis "dummy" (Draper & Smith, 1966: 134-141). Essas variáveis apresentam os efeitos de queimadas "boas" e "más" recebendo os valores de -1,0 e 1,0, respectivamente.

MUDANÇAS NO pH

As previsões das mudanças do pH devem ser feitas separadamente, dependendo da faixa de valores do pH inicial. As mudanças do pH para casos com um pH inicial de menos que 4,0 são dados por

$$Y = 1{,}538 - 0{,}266 A - 0{,}230 B \quad \text{Equação A.9}$$

onde:

Y = mudança do pH
A = variável "dummy" de qualidade de queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)
B = Al^{+++} inicial (meq/100g)
(p<0,0001, r=0,69, EP=0,609, N=87).

Nos casos em que o pH inicial for de 4,0 até 5,0, a mudança de pH com queimada virgem é dado por:

$$Y = 1,888 - 3,11 \times 10^{-2} A - 6,68 \times 10^{-2} \quad \text{Equação A.10}$$

onde:

Y = mudança de pH
A = argila total inicial (% peso seco)
B = erosão prevista por ano (mm)
(p<0,0001, r=0,54, EP=0,714, N=67).

Nos casos com um pH maior do que 5,0, a mudança do pH com queimadas virgens é dado por:

$$Y = 5,207 - 0,180 A - 0,814 B - 6,09 \times 10^{-4} C \quad \text{Equação A.11}$$

onde:
Y = mudança de pH
A = variável "dummy" da qualidade de queimada virgem (+1 para má; -1 para boa)
B = pH inicial
C = dias em culturas anuais
(p<0,0001, r=0,56, EP=0,717, N=180).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = 0,295 - 0,222 A - 0,224 B \quad \text{Equação A.12}$$

onde:
Y = mudança do alumínio (meq/100g)
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
B = variável "dummy" da qualidade da queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)

MUDANÇAS NO FÓSFORO

As mudanças do fósforo com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = -0,778 + 0,677\ A - 0,357\ B \qquad \text{Equação A.13}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = mudança prevista do fósforo a partir dos efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)
B = variável "dummy" de qualidade de queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)
($p<0,0001$, $r=0,46$, EP= 3,255, N=473).

MUDANÇAS NO NITROGÊNIO

Mudanças no nitrogênio com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = -5,80 \times 10^{-2} - 0,654\ A + 4,89 \times 10^{-2}\ B + 2,63 \times 10^{-2}\ C \qquad \text{Equação A.14}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)
A = nitrogênio inicial (% peso seco)
B = carbono inicial (% peso seco)
C = pH inicial
($p<0,01$, $r=0,46$, EP=$5,88 \times 10^{-2}$, N=52).

MUDANÇAS NO CARBONO

As mudanças do carbono são calculadas usando-se a mesma relação empregada para as mudanças do carbono em roças não queimadas e outros tipos de roças (Equação A.27). A mesma relação também vale para queimadas de vegetação secundária e de mato.

Queimadas de Vegetação Secundária

MUDANÇAS NO pH

Mudanças no pH com a queimada da vegetação secundária (roças com pelo menos oito meses de pousio) são dadas por:

$$Y = 3,4817 - 0,22603\ A - 0,23129\ B - 0,51758\ C - 3,2683 \times 10^{-4}\ D \qquad \text{Equação A.15}$$

onde:

Y = mudança do pH
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
B = mudança do alumínio (meq/100g)
C = pH inicial
D = dias em culturas anuais
(p=0,0001, r=0,51, EP=0,646, N=91).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio sob queimadas de vegetação secundária são dadas por:

Y = 0,16551 - 0,26687 A Equação A.16

onde:

Y = mudanças do alumínio (meq/100g)
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
($p<0,05$, r=0,37, EP=1,53, N=42).

MUDANÇAS NO FÓSFORO

As mudanças no fósforo sob queimadas de vegetação secundária são dadas por:

Y = -1,5170 + 0,74065 A - 0,83055 B Equação A.17

onde:

Y = mudanças do fósforo (ppm)
A = mudanças previstas do fósforo a partir de regressão para efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)
B = variável "dummy" de qualidade de queimada da vegetação secundária (+1 se for má; -1 se for boa)
($p<0,0001$, r=0,56, EP=2,620, N=78).

Queimadas de Mato

Os efeitos da queima do mato, definido como roças com menos de oito meses de pousío, podem ser previstas com o seguinte conjunto de equações. A qualidade de queimada do mato não tem um efeito significativo sobre nenhuma dessas mudanças de fertilidade do solo.

MUDANÇAS NO pH

As mudanças no pH com a queimada do mato são dadas por:

Y = 2,9749 - 0,16504 A - 0,51659 B Equação A.18

onde:

Y = mudança do pH

A = pH inicial

B = Al^{+++} inicial (meq/100g)

(p<0,001, r=0,51, EP=0,74525, N=62).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio com a queimada do mato são dadas por:

$$Y = 0,55043 - 0,39232\ B \qquad \text{Equação A.19}$$

onde:

Y = mudança do alumínio (meq/100g)

A = alumínio inicial (meq/100g)

(p<0,05, r=0,43, EP=1,8503, N=28).

MUDANÇAS NO FÓSFORO

A probabilidade de que não haja mudança no fósforo com a queimada do mato é de 0,262 (N=61). Para mudanças que não sejam de magnitude zero, a mudança pode ser prevista por:

$$Y = 3,9375 + 1,2668\ A \qquad \text{Equação A.20}$$

onde:

Y = mudança no fósforo (ppm)

A = mudança do fósforo por ano, prevista através de regres- são para efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)

(p<0,0001, r=0,50, EP=5,0023, N=45).

MUDANÇAS NO SOLO SEM A QUEIMA

As mudanças do solo sob usos de terra que não sejam a pastagem e que resultam de outros processos além da queimada são apresentados pelas equações que se seguem. As mudanças do solo são para períodos de um ano. As mudanças do pH são dadas por:

$$Y = 1,8594 - 0,4187\ A \qquad \text{Equação A.21}$$

onde:

Y = mudança do pH

A = pH da roça no come,o do ano

(p<0,0001, r=0,48, EP=0,8418, N=270).

Mudanças do alumínio em concentração são dadas por:

$$Y = 4{,}8516 \times 10^{-6} - 1{,}5033 \times 10^{-5} A - 1{,}5132 \times 10^{-4} B \qquad \text{Equação A.22}$$

onde:

Y = mudança do Al^{+++} (meq/100g)
A = Al^{+++} da roça no começo do ano (meq/100g)
B = mudança do pH
($p<0{,}0001$, $r=0{,}53$, EP=$1{,}4465 \times 10^{-4}$, N=97).

A equação acima exclui roças com alumínio igual a zero nas condições tanto de "antes" quanto de "depois".

Para predizer a mudança do fósforo, são necessárias relações separadas dependendo da faixa de valores do nível inicial de fósforo. Para níveis iniciais de fósforo de 1 ppm de fósforo total, a probabilidade de mudança zero é de 0,648 (N=108). Mudanças não zero são dadas por:

$$Y = -3{,}4733 + 1{,}4143 A \qquad \text{Equação A.23}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = mudança do pH da roça no come,o do ano
($p<0{,}001$, $r=0{,}58$, EP=1,9841, N=34).

Mudanças do fósforo (P total) nos casos em que o nível inicial do fósforo está na faixa de 2 - 9 ppm são dadas por:

$$Y = 2{,}1671 + 0{,}97151 A - 1{,}0405 B + 2{,}22395 \times 10^{-2} C \qquad \text{Equação A.24}$$

onde:

Y = fósforo (ppm)
A = mudança do pH
B = fósforo da roça no come,o do ano (ppm)
C = Proporção do tempo que a roça ficou nua ou em culturas anuais
($p<0{,}0001$, $r=0{,}69$, EP=2,5049, N=139).

As mudanças do fósforo nos casos em que o nível inicial do fósforo é de 10 ppm ou mais são dadas por:

$$Y = 6{,}8086 - 1{,}4363 A \qquad \text{Equação A.25}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)

A = nível do fósforo no começo do ano (ppm)

(p=0,0001, r=0,86, EP=6,5830, N=13).

As mudanças do nitrogênio (N total), excluindo as roças em pousío por três anos ou mais, são dadas por:

$$Y = -7{,}0371 \times 10^{-2} - 0{,}77136\,A + 9{,}1644 \times 10^{-2}\,B - 3{,}3756 \times 10^{-5}\,C - 1{,}2951 \times 10^{-2}\,D + 4{,}1763 \times 10^{-5}\,E \qquad \text{Equação A.26}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)

A = nitrogênio inicial (% peso seco

B = carbono inicial (% peso seco)

C = dias em culturas anuais

D = pH inicial

E = dias de pousío

(p<0,0001, r=0,77, EP=$3{,}6064 \times 10^{-2}$, N=114).

A mudança do carbono é dada pela Equação A.27. Nesse caso, em vez de excluir todos as pastagens, foram excluídos as roças com pastagens presentes durante mais de 25% do intervalo de comparação.

$$Y = 0{,}1156 + 4{,}3151\,A - 0{,}52549\,B + 3{,}8721\,C \qquad \text{Equação A.27}$$

onde:

Y = mudança do carbono (% peso seco)

A = mudança do nitrogênio (% peso seco)

B = carbono inicial (% peso seco)

C = nitrogênio inicial (% peso seco)

(p<0,0001, r=0,69, EP=0,21106, N=193).

A equação da mudança do carbono é usada para todas as roças, incluindo as roças queimadas e pastagem.

MUDANÇAS NO SOLO SOB PASTAGEM

As mudanças do solo sob pastagem são simuladas usando-se as seguintes equações. As mudanças incluem o sinal da

mudança. As mudanças do fósforo sob pastagem são dadas por:

$$Y = 1,28 - 0,622\ A \qquad \text{Equação A.28}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = fósforo inicial (ppm)
($p<0,05$, $r=0,76$, $EP=1,23$, $N=10$).

As mudanças do nitrogênio sob pastagem são dadas por:

$$Y = 0,094 - 0,691\ A \qquad \text{Equação A.29}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)
A = nitrogênio inicial (% peso seco)
($p<0,05$, $r=0,73$, $EP=0,059$, $N=10$).

Mudanças do carbono sob pastagem são dadas pela Equação A.30. Deve-se notar que uma distribuição desigual dos valores do carbono inicial torna essa relação não confiável.

$$Y = 0,853 - 0,655\ A \qquad \text{Equação A.30}$$

onde:

Y = mudança do carbono (% peso seco)
A = carbono inicial (% peso seco)
($p<0,05$, $r=0,76$, $EP=0,383$, $N=10$).

Mudanças no pH são dadas por:

$$Y = 3,139 - 0,875\ A - 0,547\ B \qquad \text{Equação A.31}$$

onde:

Y = mudança no pH
A = pH inicial
B = inverso do número de anos no intervalo de comparação
($p<0,01$, $r=0,86$, $EP=0,250$, $N=10$).

O alumínio é calculado usando-se a relação para a qualidade inicial do solo (Equação A.1).

FERTILIZANTES E CALCÁRIO

Os suprimentos de capital e mão-de-obra do colono simulado precisam ser ajustados para a manutenção de culturas perenes e pastagens já estabelecidas no lote. As culturas

estabelecidas são presumidas como mantidas (depois de satisfazer as necessidades de subsistência) independentemente da viabilidade de capital e de mão-de-obra.

A mão-de-obra (total) da família, mão-de-obra masculina e o capital necessários para as operações de manutenção são determinados para cada mês do ano. O déficit em qualquer dos requisitos de mão-de-obra, caso haja algum, é calculado e isso é suprido usando-se mão-de-obra contratada (com deduções apropriadas dos suprimentos de capital) se for possível. Para cacau e pimenta-do-reino, a adubação e calagem para a manutenção depois do ano do plantio são determinadas separadamente na simulação, pois nem todos os colonos reais usam fertilizantes (embora possamos fazer todos os colonos simulados usarem fertilizantes com um conjunto apropriados de probabilidades de fertilização). A decisão de fertilizar o cacau ou a pimenta-do-reino é tomada uma vez por cada lote e ano, no momento da primeira operação de manutenção da cultura envolvida. O valor usado para a probabilidade de fertilização da pimenta-do-reino é de 0,539 (N=26 colonos nos registros do governo: 20 casos do Brasil, ACAR-PARÁ, 1974a). A probabilidade usada para a fertilização do cacau é 0,250, um valor intermediário entre a probabilidade presumida pelo governo de um e a probabilidade de zero indicada pelos dados de campo (N=4).

Se uma cultura perene é fertilizada, presume-se que as dosagens recomendadas pelo governo são seguidas. Se a pimenta-do-reino for fertilizada, as doses são calculadas baseando-se nos níveis de nutrientes no solo do trecho e na idade das plantas de pimenta-do-reino. As dosagens usadas para as várias categorias são mostradas na Tabela A.16. A calagem só é feita no primeiro ano da cultura, também seguindo a dosagem da Tabela A.16.

(Tabela A-16)

TABELA A.16. RECOMENDAÇÕES DO GOVERNO PARA A FERTILIZAÇÃO DE PIMENTA-DO-REINO

Solo Inicial	Ingrediente Ativo da Fertilizante	Dose do ingrediente ativo (kg/ha) Idade da pimenta (anos)			
		1	2	3	4 ou mais
P ≤ 10 ppm	P_2O_5	70	100	150	300
P > 10 ppm	P_2O_5	30	40	50	100
K ≤ 45 ppm	K_2O	60	80	100	200
K > 45 ppm	K_2O	0	0	25	50
N (todos os níveis)	N	40	60	80	100
C (todos os níveis)	torta de algodão[a]	2.222	2.222	2.222	2.222
Al^{+++} ≥ 0,3 meq/100g e: $Ca^{++} + Mg^{++}$ <4 meq/100g	calcário dolomítico	0	0	140	280
Al^{+++}≥ 0,3 meq/100g e: $Ca^{++} + Mg^{++}$ ≤ 4 meq/100g	calcário dolomítico	122	140	280	560
Al^{+++} < 0,3 meq/100g	calcário dolomítico	[b]	0	0	0

FONTE: Brasil, Ministério da Agricultura, IPEAN, 1966; Fearnside, 1980a.
[a]5,71 kg esterco é equivalente a 1 kg de torta de algodão (Albuquerque & Condurú, 1971: 110).
[b]2.000 kg/ha calcário por unidade de Al^{+++} expressa em meq/100g de solo seco ao ar.

Se o cacau for fertilizado, é seguida uma programação semelhante de dosagens de fertilizantes e de calcário, dependendo da qualidade do solo e idade das plantas. Isso é dado na Tabela A.17. Calagem também é feita somente no primeiro ano da cultura.

(Tabela A-17)

TABELA A.17. RECOMENDAÇÕES DO GOVERNO PARA A ADUBAÇÃO DO CACAU.

Análise do Solo Inicial	Ingredientes Ativos da Adubação	IDADE DO CACAU (anos) 1	2	3 ou mais	Percentual do Ingrediente Ativo (a)	Fertilizante
P < 10 ppm	P_2O_5	25	50	100	48	Superfosfato Triplo
P > 10 ppm	P_2O_5	0	10	25	48	Superfosfato Triplo
K < 45 ppm	K_2O	25	50	200	60	Cloreto de Potássio
K > 45 ppm	K_2O	0	10	50	60	Cloreto de Potássio
N todos os níveis	N	10	20	50	20	Sulfato de Amônia
Al^{+++} > 0,2 meq/100 g	calcário dolomítico	2.000 kg/ha por unidade Al^{+++} expresso em meq/100g	0	0	100	Calcário Dolomítico

FONTE: Brasil, IPEAN, 1966.

NOTA: Ingrediente ativo kg/ha.

a) Cruz *et al*., 1976: 6.

O custo do fertilizante e calcário usados é deduzido do capital do colono simulado. Os preços dos fertilizantes e calcário são dados na Tabela A.18. A fertilização é feita antes de calagem; se o colono não tiver capital suficiente para fertilizar um trecho, então não é feita nem a fertilização e nem a calagem. Se um colono fez a fertilização mas não tem dinheiro suficiente para a calagem do trecho, então não é feita a calagem.

(Table A-18)

TABELA A.18. PREÇOS DE FERTILIZANTES E CALCÁRIO EM ALTAMIRA

Item	Data	Preço na Data	Cr75$/kg [a]	Ingrediente Ativo	Percentual do Ingrediente Ativo	Ingrediente Ativo Cr75$/kg
Superfosfato Triplo	10 de abril de 1976	4,70 [b]	2,72	P_2O_5	46 [c]	5,40
Ureia	10 de abril de 1976	4,60 [b]	2,66	N	45 [c]	5,41
Cloreto de Potássio	10 de abril de 1976	2,70 [b]	1,56	K	60 [c]	2,60
Calcário Dolomítico	10 de abril de 1976	0,75 [b]	0,43	Calcário dolomítico	100	0,43
Adubo Orgânico[d]	17 de julho de 1974	0,25 [e]	0,31	Equivalente a esterco de boi	50 [f]	0,61

a) Valores do Cruzeiro corrigidos para 1 de janeiro de 1975, usando-se inflação de 35% ao ano.

b) Preços de Brasil Norte Ltda., Altamira (onde os colonos financiados compram insumos).

c) Coelho & Varlengia, 1972: 1972: 181.

d) Feijão deteriorado e farelo de arroz.

e) Media de Cr$0,30/kg para farelo de arroz e Cr$0,20/kg para feijão deteriorado pago por um colono de descendência japonesa que estava usando 2.222 kg/ha de cada um na pimenta-do-reino.

f) Calculado (para fins de custo) do fato que a dose da mistura de feijão deteriorado e farelo de arroz (nota e) era o dobro ro da dose de esterco recomendada para pimenta-do-reino.

As mudanças nos nutrientes do solo pela fertilização e calagem são feitas quando um trecho é fertilizado ou calado. As mudanças no pH são calculadas de:

$$Y = 0{,}009 + 4{,}05 \times 10^{-4} A \qquad \text{Equação A.32}$$

onde:

Y = mudança do pH

A = a dose de calcário dolomítico em kg/ha

($p<0{,}0001$, $r=0{,}99$, $N=10$).

Os dados para a regressão na Equação A.32 vêm de uma experiência com calcário na Zona Bragantina, onde o solo é latosol amarelo (Ultisol) com um pH inicial de 3,9 (Struchtemeyer et al., 1971: 22). As mudanças do pH para a regressão são 28 dias após a aplicação, e só foram usadas doses de calcário até 8.000 kg/ha (Fearnside, 1978: 549-550). Presume-se um limite máximo de 9,0, acima do qual a calagem não pode elevar o pH.

As mudanças no alumínio do solo provenientes de calagem são calculadas usando-se a mesma regressão do alumínio sobre o pH e conteúdo de argila usada para gerar valores de alumínio para o solo sob floresta virgem (Equação A.1). Os dados das mudanças no alumínio não estão incluídos no relatório dos testes de calagem da Zona Bragantina, embora uma curva desenhada a mão da tendência no alumínio (Struchtemeyer et al., 1971: gráfico 5) indique que é mantida a relação de pH, que é muito semelhante à relação encontrada entre o alumínio e o pH em solo virgem no atual estudo. Os valores para o alumínio são, naturalmente, impedidos de assumirem valores negativos na simulação.

As mudanças no fósforo do solo com a fertilização são calculadas usando-se a regressão dada por:

$$Y = 0{,}0568 A - 6{,}41 \qquad \text{Equação A.33}$$

onde:

Y = mudança no fósforo (ppm)

A = P_2O_5 aplicado (kg/ha)

($p<0{,}0001$, $r=0{,}99$, $N=14$).

Os dados usados para a regressão na Equação A.33 procedem de experiências na zona do cerrado (North Carolina State University, 1974: 89 e 101). É presumido um limite máximo de 100 ppm, acima do qual o fósforo do solo não pode ser elevado através da fertilização.

O fato de que um trecho foi fertilizado é guardado para uso em um ajuste temporário dos níveis de carbono do solo como

um resultado de aplicação de esterco (um efeito que se dissipa depois de um ano) na sub-rotina de produção de pimenta-do-reino.

Somente cacau e pimenta-do-reino são fertilizados na simulação. A pastagem não é fertilizada na simulação, nem é fertilizada pelos colonos reais na rodovia Transamazônica.

EROSãO DO SOLO

A erosão do solo (definida operacionalmente, para os propósitos de modelagem das mudanças da fertilidade do solo, como o abaixamento da superfície do solo) pode ser prevista baseando-se na declividade, informações meteorológicas e composição do solo. Essa medida de erosão realmente inclui também a compactação do solo, mas isso não diminui a utilidade da medida na previsão das mudanças da fertilidade, pois as mudanças na fertilidade, como podem ser demonstradas empiricamente (através da análise de regressão) são relacionadas a essa medida de erosão entre outros fatores.

A erosão foi medida na área usando-se uma série de 47 quadras de estacas (Fearnside, 1980c). Cada quadra era um conjunto de 15 pedaços de cano de plástico enfiado no chão com uma fenda cortada na estaca na altura da superfície. A queda ou elevação no nível do terreno poderia então ser medida mais tarde usando-se uma régua.

As taxas de erosão dependem do uso da terra. Foi considerado o uso da terra aquele existente no dia em que foi registrada a chuva máxima em um período de 24 horas. A média da erosão ao nível de quadra em locais ou de terra nua (menos de 60 dias sem cultivo) ou em roças de culturas anuais de tipos diferentes (arroz, milho, mandioca e feijão Phaseolus) foram todas semelhantes. A regressão usada na simulação para quadras nessas condições é dada por:

$$Y = 0{,}164\ A + 1{,}88 \times 10^{-3}\ B + 1{,}43 \qquad \text{Equação A.34}$$

onde:

Y = erosão da quadra (mm/ano)
A = declive da quadra (%)
B = chuva enquanto a terra for nua ou sob culturas anuais (mm)
($p<0{,}0001$, $r=0{,}89$, EP=2,13, N=17 médias de quadras).

Para outros usos foi usada a erosão em estacas individuais. Declive da estaca (declives sobre distâncias de 30 cm) é relacionada ao declive da quadra (declives sobre distâncias de cerca de 20 m) por:

$$Y = 0{,}462\ A + 313 \qquad \text{Equação A.35}$$

onde:

Y =

declive da estaca (%)

A = declive da quadra (%)

($p<0,001$, $r=0,89$, EP=4,94, N=705 estacas, 47 quadras, gl=45).

A erosão sob pimenta-do-reino é dada por:

$$Y = 0,712\ A + 6,05 \qquad \text{Equação A.36}$$

onde:

Y = erosão da estaca (mm/ano)

A = declive da estaca (%)

($p<0,001$, $r=0,55$, EP=6,10, N=39 estacas).

As medições de erosão nas estacas durante o período de observação, o qual foi de cerca de um ano em todos os casos, são mostradas na Tabela A.19 para usos de terra para os quais as regressões não puderam ser desenvolvidas.

(Tabela A.19)

TABELA A.19. QUEDAS NO NÍVEL DO SOLO SOB OUTROS USOS

Uso da Terra	Média (mm/ano)	DP	N (estacas)
Mato (2-8 meses de pousío)	8,1[a]	5,4	56
Vegetação secundária (> 8 meses de pousío)	6,9[a]	8,7	68
Pastagem	6,7[a]	11,8	105
Cacau jovem	10,0	8,3	40
Floresta Virgem	7,5[b]	5,1	75

FONTE: Fearnside, 1980e (1980c).

[a]Médias que não são significativamente diferentes. Variâncias diferem significativamente ($p < 0,0001$, $F = 25$, $gl = 3, 144.710$).

[b]Acredita-se que seja alta.

Produções das Culturas

MILHO

A regressão da produção de milho e os multiplicadores associados a esta são derivados de um conjunto inicial de dados de 224 roças de milho. Isso foi primeiro selecionado para remover as roças com: 1) áreas de menos de um hectare; 2) dados questionáveis devido a contradições percebidas ou imprecisão nas respostas dos colonos; 3) casos onde as amostras de solo não vieram do local da roça mas de um local próximo semelhante com história idêntica; e 4) casos com dados incompletos para quaisquer variáveis de regressão: pH do solo, densidade do plantio, densidade de arroz consorciado e densidade de mandioca consorciada. Categorias excluídas de dados válidos foram os casos com danificação por ratos das densidades 3 ou 4, casos com anotação de germinação pobre; e casos com anotação de doenças.

Nos casos em que a densidade do plantio do milho não era conhecida a partir de medições diretas de campo, a densidade foi estimada usando-se uma regressão de densidade sobre o peso das sementes plantadas por hectare, forçada através da origem. Essa regressão é dada por:

$$Y = 414{,}88\ A \qquad \text{Equação A.37}$$

onde:

Y = densidade do plantio do milho (plantas/ha).
A = sementes plantadas (kg/ha).
($p<0{,}0001$, $r=0{,}65$, EP=56,40, N=75).

Para a regressão que prevê as produções de milho a partir de informação de solos e consorciação, as produções de milho são dadas diretamente em kilogramas por mil plantas. Os valores do pH são ajustados para 6,0 de acordo com o modelo de resposta linear e platô (Waugh et al., 1975).

A equação de regressão para a previsão da produção do milho é dada por:

$$Y = 125{,}46\ A - 2{,}92 \times 10^{-2}\ B - 2{,}22 \times 10^{-2}\ C - 8{,}16 \times 10^{-4}\ D - 330{,}00 \qquad \text{Equação A.38}$$

onde:

Y = produção de milho (kg/1.000 plantas)
A = pH (ajustado para 6,0)
B = densidade do plantio do milho (plantas/ha)

C = densidade de mandioca consorciada (plantas/ha)
D = densidade de arroz consorciado (plantas/ha)
($p<0,05$, $r=0,65$, EP=151, N=28).

FEIJÃO PHASEOLUS

A densidade do plantio em plantas por hectare é gerada a partir da regressão na Equação A.39, a qual é forçada através da origem:

$$Y = 1602,8\ A \qquad \text{Equação A.39}$$

onde:
Y = densidade do "feijão" Phaseolus ou Vigna) (plantas/ha)
A = peso das sementes plantadas (kg/ha)
($p<0,0001$, $r=0,82$, EP=55.966, N=28).

(Tabela A.20)

TABELA A.20. RESUMO DAS VARIÁVEIS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO *PHASEOLUS*

Item	Média	Desvio Padrão	N
Sementes plantadas (kg/ha)	29,18	26,15	112
Densidade do Plantio (plantas/ha)	52.666	49.036	114
Milho Consorciado:			
freqüência	11,7%		120
densidade do milho (plantas/ha)	1.698,4	3.688,2	13
Freqüência do plantio em solo previamente plantado quando solo virgem é disponível	9,1%		55

A regressão acima foi executada juntando-se 20 roças de Phaseolus e 8 de Vigna. Quando se executaram regressões semelhantes com o conjunto menor de dados para Phaseolus somente, foi obtido um coeficiente de 1.595,5 ($p<0,0001$, $r=0,82$, EP=257,15, N=20).

Os dados para a regressão da produção de Phaseolus e ajustes associados vem de um conjunto de dados originais de 120 roças de Phaseolus. Isso foi selecionado para remover roças com uma área menor do que um hectare; dados questionáveis (contradições observadas ou imprecisão nas respostas dos colonos) para produção, doenças ou áreas e dados incompletos para produção, densidade, densidade de milho consorciado, doença ou pH do solo. As categorias excluídas dos dados válidos foram as roças com doença de qualquer intensidade e roças com relatório de germinação pobre. Para uso na regressão, foram ajustados os valores do pH para 5,7. O valor crítico de pH 5,7 vem de Coelho & Verlengia (1972: 133). A produção de Phaseolus é dada por:

$$Y = 267,64 - 69,765\ A + 13,777\ B - 1,50 \times 10^{-3}\ C \quad \text{Equação A.40}$$

onde:

Y = produção de Phaseolus (kg/kg semente plantada)
A = densidade do plantio ($\log_{10}$ plantas/ha)
B = pH (ajustado para 5,7)
C = densidade de milho consorciado (plantas/ha)
($p<0,05$, $r=0,79$, EP=29,80, N=13).

(Tabela A.21)

TABELA A.21. RESUMO DAS CONDIÇÕES EXCLUÍDAS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO *PHASEOLUS*

Item	Média	Desvio Padrão	N
Germinação pobre:			
freqüência	5,8%		120
efeito sobre produção[a]	1,002		1
Doença:			
freqüência			
geral	67%		115
solo virgem	78%		50
previamente plantado	100%		5
Efeito sobre a produção	0,3496	0,5728	32

[a]Foi tomada uma decisão *a priori* para excluir germinação pobre de todas as regressões de produção das culturas.

FEIJÃO-DE-CORDA VIGNA

A regressão da produção e valores multiplicadores são derivados de uma série de dados consistindo de 34 roças de Vigna. Isso foi selecionado pela eliminação das roças com uma área de menos de 0,5 ha; dados questionáveis para produção, densidade ou área; casos onde a amostra não veio de uma roça de Vigna mas de uma roça próxima com uma história idêntica; roças com uma produção calculada antes de ensacar (nenhum caso real); e roças com dados incompletos para produção, área, doença, ou pH do solo. Categorias excluídas dos dados válidos foram: roças com doença de qualquer intensidade; roças com problemas de germinação relatados (nenhum caso real); e roças com ataque de coelhos de intensidade 3 ou 4 (pesado e muito pesado).

Para o propósito de modelagem, os valores simulados do pH foram ajustados para 6,0. Nenhum caso real na série de dados usados para a regressão de produção tinha valores de pH tão altos, assim não foram feitos ajustes na análise dos dados. A regressão para prever as produções de Vigna são dados por:

$$Y = 20{,}81\ A - 84{,}40 \qquad \text{Equação A.41}$$

onde:

Y = produção de Vigna (kg/kg semente plantada)

A = pH (ajustado para 6,0)

(p=0,054, r=0,87, EP=13,895, N=5).

(Tabela A.22)

TABELA A.22. RESUMO DAS VARIÁVEIS E DAS CONDIÇÕES EXCLUÍDAS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO-DE-CORDA *VIGNA*

Item	Média	Desvio Padrão	N
	Variáveis		
Sementes plantadas (kg/ha)	8,10	7,82	30
	Condições excluídas		
Doença			
freqüência	14,3%		28
efeito sobre a produção	0,0876		1
Coelhos (intensidade 3 or 4)			
freqüência	17,65		34
efeito sobre a produção	0,677		1
Germinação pobre			
freqüência	0%		
efeito sobre a produção	?		

MANDIOCA BRAVA

O período de crescimento da mandioca brava (amarga) é gerado, ou seja, obtido na simulação, a partir do período médio de crescimento de 472 dias e desvio padrão de 193 dias (N=64). Para períodos de crescimento de menos de um ano o multiplicador do período de crescimento é gerado a partir da proporção média da produção de mandioca com 1-2 anos de idade: 31,8 (DP=0,40, N=7). O multiplicador médio correspondente para roças com mais de dois anos de idade é 0,40 (DP=3,7, N=3).

Os dados para os cálculos dos multiplicadores e da regressão da produção da mandioca brava vêm de uma série inicial de dados de 64 roças. Isso foi selecionado para eliminar roças com menos de 0,5 ha de área e roças com dados incompletos para período de crescimento, produção ou área. Categorias excluídas dos dados válidos para a regressão foram as roças com crescimento de menos de um ano e mais de dois anos. Não foram executados ajustes ou transformações nos dados usados na regressão, mas os valores do pH foram ajustados para 5,0 na simulação pois esse foi o maior valor de pH presente na série de dados selecionados. Esse é também um valor razoável para o pH crítico acima do qual maiores elevações não vão melhorar a produção de mandioca. Sabe-se que os valores do pH do solo abaixo de 5,0 reduzem a produção (Almeida & Canúchio Filho, 1972: 160).

A regressão para prever a produção de mandioca brava foi dada por:

$$Y = 4.124,4\ A - 17.369 \qquad \text{Equação A.42}$$

onde:

Y = produção de mandioca brava (kg farinha/ha/12 meses de crescimento)

A = pH (ajustado para 5,0

($p<0,05$, r=0,93, EP=414,22, N=5).

MACAXEIRA (MANDIOCA DOCE)

O período de crescimento da macaxeira é gerado (média=471 dias, DP=103, N=11). Então o pH é ajustado para 5,0, sendo esse valor crítico o mesmo que o usado no caso da mandioca brava. Os dados para o ajuste do período de crescimento e regressão para a previsão da produção de macaxeira são tirados de uma série de dados iniciais de 13 roças de macaxeira. A série de dados foi selecionada para eliminar as roças com áreas de menos de 1,0 ha. Foi requisitada uma área mínima maior para a macaxeira do que para a mandioca brava devido ao vício em roças pequenas por causa da prática de colher a

macaxeira de pouco em pouco para comer cozida ou usar na alimentação de porcos. Infelizmente, não somente precisa-se de áreas maiores para dados confiáveis mas, como as plantações de macaxeira são geralmente menores do que no caso de mandioca brava, muitas roças foram eliminadas. Foram também eliminados quaisquer roças com dados incompletos sobre produção, período de crescimento, área ou pH. Categorias de dados válidos que foram excluídos da regressão eram as roças com um período de crescimento de menos de um ano e as roças com períodos de crescimento de mais de dois anos (esta última condição não existiu em nenhum caso real). A regressão obtida foi dada por:

Y = 587,53 A - 1.559,2	Equação A.43

onde:

Y = produção de macaxeira (kg farinha/ha/12 meses de crescimento)

A = pH (ajustado para 5,0)

(p=0,26, r=0,92, EP=81,50, N=3).

Existem várias razões para o uso da regressão acima apesar da falta de significância estatística e do pequeno número de observações. A regressão faz um paralelo com os resultados para mandioca brava, exceto que as produções da macaxeira são mais baixas. A regressão também confirma impressões de campo.

Em 15 por cento dos casos onde o período de crescimento é menor do que um ano, o multiplicador do período de crescimento (média=3,77, DP=3,74, N=2) ajusta as produções para refletir a taxa de crescimento mais rápido dos tubérculos durante o primeiro ano de crescimento.

PASTAGEM E GADO

A relação usada para a predição da produção do capim colonião Panicum maximum) a partir do fósforo do solo para uso em modelagem foi derivada de experiências feitas com uma outra espécie de capim, braquiária Brachiaria decumbens) em Belém (Serrão et al., 1971). O solo no local das experiências em Belém, era também um latosol amarelo (Ultisol), baixo em fósforo (2 ppm). Para derivar o valor da produção base usada (303,0 kg peso seco/ha/ano), foi feita uma correção para a diferença de produção entre Brachiaria decumbens e Panicum maximum usando-se um fator de 1,12 (Viégas & Kass, 1974: 33).

Foram calculadas as produções como proporções da produção base de capim. A produção base representa o que seria esperado para Panicum maximum em Altamira no solo com um nível de fósforo total de 2 ppm.

A correção usada para a competição de plantas invasoras vem de dados disponíveis a partir de experiências com Brachiaria feitas em Belém, que permitem o calculo da

proporção do peso seco total composto por ervas não comestíveis em anos sucessivos sob pasto não fertilizado (Simão Neto et al., 1973: 9). As proporções para os anos quarto e quinto foram presumidos (otimisticamente) como sendo iguais aos do terceiro ano. A produção simulada de peso seco de capim é então convertida em produção de carne. Isso é feito primeiro pela conversão do peso seco de capim para nutrientes digeríveis totais, usando-se um fator de 0,54 (baseando-se em Vicente-Chandler, 1975: 424, ver Fearnside, 1979a). A produção dos nutrientes digeríveis totais/ha/ano podem ser convertidos para ganho de peso vivo do gado/ha/ano usando-se um fator de 0,14, baseando-se em um fator de conversão usado por Vicente-Chandler (1975: 424) para o cálculo reverso a partir do ganho de peso vivo para a produção de pasto, atribuída ao "Pasture Research Committee, 1943". As capacidades alimentares podem ser calculadas do peso médio do abate na Amazônia de 330 kg e a idade média para o abate de quatro anos (Nascimento & Moura Carvalho, 1973: III-B-32).

Para alcançar esse peso em quatro anos o gado precisa crescer à uma taxa de 82,5 kg/cabeça/ano. Uma capacidade de alimentação ao longo de três anos, calculada ao nível de fósforo do solo de 2 ppm, seria derivada da produção base multiplicada pelos efeitos da competição de plantas invasoras de acordo com idade da pastagem, tirando-se a média dos três anos e convertendo-a para nutrientes digeríveis totais, produzindo uma média de três anos de 187 kg de nutrientes digeríveis totais/ha/ano para Panicum maximum na rodovia Transamazônica. Convertida para ganho de peso vivo, a produção de carne seria de 26,2 kg ganho de peso/ha/ano, como média referente ao período de três anos. Esta produção, dividida pelos 82,5 kg/cabeça/ano, que seria aquilo que o gado precisa ganhar para alcançar o peso de abate programado, dá uma capacidade de alimentação de três anos de 0,32 cabeças/ha. Se as "unidades animais" de 350 kg cada são usadas em lugar dos 330 kg peso por "cabeça" aqui, as capacidades de alimentação correspondentes serão abaixadas em 6,1%.

O peso seco de capim produzido por hectare é calculado a partir da produção base do pasto, o efeito do ano e o coeficiente e constante da regressão da produção do pasto sobre o fósforo (Fearnside, 1979a). A regressão sobre o fósforo é dada por:

$$Y = 4{,}84\ A \qquad \text{Equação A.44}$$

onde:

Y = (produção do pasto com fósforo/produção do pasto sem fósforo) - 1,0

A = fósforo (ppm) - 2,0

Obs: a faixa do fósforo é $0<A<8$ ppm ($p<0{,}01$, $r=0{,}82$, $EP=1{,}27$, $N=8$).

A regressão na Equação A.44 é baseada sobre dados a

partir de uma experiência de fertilização em Brachiaria decumbens em Belém (Serrão et al., 1971). As produções são calculadas para as parcelas fertilizadas, no momento de cada uma das oito cortes do capim nas parcelas experimentais como proporções das produções correspondentes na parcela com o mesmo tratamento, exceto pela adição de fósforo. O valor crítico para a resposta de fósforo foi estimado em 10 ppm usando-se a resposta mais forte de fósforo a partir de testes de fertilização de Brachiaria feitos em Brasília (North Carolina State University, 1974: 101), e os níveis de fósforo acima disso foram considerados como tendo o mesmo efeito que o valor crítico de acordo com o modelo de resposta linear e platô (Waugh et al., 1975). Todos os valores de fósforo usados na conversão foram convertidos para valores em excesso do nível de fósforo na condição não fertilizado (2,0 ppm), e as produções foram expressas em proporções da produção da parcela testemunha para que a regressão pudesse ser forçada através da origem. As relações da produção da pastagem com os efeitos das plantas invasoras e do fósforo são combinadas para dar:

$$Y = A\,(4{,}84\,B - 8{,}68)\,C \quad \text{para fósforo} < 10 \text{ ppm}$$

$$Y = 39{,}72\,A\,C \quad \text{para fósforo} \geq 10 \text{ ppm} \qquad \text{Equação A.45}$$

onde:

Y = produção de pasto (kg peso seco/ha/ano)
A = produção base (valor esperado para o primeiro ano em kg peso seco/ha para Panicum maximum a 2 ppm fósforo; aqui igual a 303 kg/ha/ano)
B = fósforo do solo (ppm)
C = fator ano (decréscimo proporcional a partir da produção do primeiro ano, devido à invasão de plantas invasoras). Valores: primeiro ano: 1,00; segundo ano: 0,63; terceiro ano: 0,49; quarto ano: 0,49; quinto ano: 0,49.

O ganho de peso vivo do gado é calculado a partir da produção do peso seco do pasto multiplicando-se isso pelo ganho de peso por kg de nutrientes digeríveis totais (0,14) e nutrientes digeríveis totais como uma proporção do peso da matéria seca (0,54).

PIMENTA-DO-REINO

As produções de pimenta-do-reino são previstas a partir de uma regressão múltipla sobre o pH, carbono e fósforo do solo (Fearnside, 1980a), baseando-se em dados dos testes de fertilizantes da EMBRAPA em Belém (Albuquerque & Condurú, 1971: 110). Os níveis de nutrientes do solo nas parcelas com

diversos tratamentos de fertilizantes tinham que ser estimados a partir de análises feitas sobre outras experiências que eram conduzidas no mesmo local. Foram usados valores para nutrientes do solo da parcela testemunha de Serrão et al., (1971: 10): pH = 4,7, íons de alumínio = 1,2 meq/100g, carbono = 0,94%, nitrogênio = 0,07%, fósforo assimilável = 4 ppm. Os métodos de análise do solo foram os mesmos que os usados para as amostras tiradas na rodovia Transamazônica para o atual estudo de capacidade de suporte. Os valores críticos usados no ajuste dos altos valores de nutrientes na análise dos dados e na simulação foram: pH = 5,5 (Albuquerque & Condurú, 1971: 98), fósforo = 10 ppm (o nível para "alta" fertilidade usado pela EMBRAPA para recomendações de fertilização de pimenta: Brasil, IPEAN, 1966), carbono = 2,0%. O valor do carbono foi escolhido acima do valor crítico de 1,2% que aplica para a maioria das culturas (Catani & Jacintho, 1974: 33-34) devido às fortes respostas de produção obtidas com aplicação de esterco (Albuquerque & Condurú, 1971: 110) apesar do alto nível (0,94%) do carbono que aplica para o tipo de solo (Serrão et al., 1971: 10). As produções nos testes de fertilizantes foram convertidas para proporções de produção máxima para o ano. A regressão é dada por:

$$Y = 0{,}292\ A + 0{,}383\ B - 0{,}0552\ C - 2{,}119 \qquad \text{Equação A.46}$$

onde:

Y = produção de pimenta-do-reino (proporção de produção máxima para o ano)
A = pH (ajustado para 5,5)
B = carbono (% peso seco, ajustado para 2,0)
C = fósforo (ppm, ajustado para 10,0)
($p<0{,}0001$, $r=0{,}86$, $EP=0{,}187$, $N=24$).

A variabilidade é introduzida na simulação através do erro padrão da estimativa (EP). Os ajustes da produção prevista-por-regressão para refletir as expectativas em Altamira são feitas multiplicando-se a produção prevista na sua forma como uma proporção da produção máxima por um valor oficial para as produções fertilizadas esperadas, nesse caso 5.500 kg sementes secas/ha (Albuquerque et al., 1973: 26). Os efeitos do ano usados para ajustar para o efeito de plantas imaturas foram: 1 ano = 0,00; 2 anos = 0,40; 3 anos = 0,80; 4 ou mais anos = 1,00 (Albuquerque et al., 1973: 26). As plantas na simulação morrem na idade de 12,5 anos, o ponto central da estimativa de Morais (1974b: 7,5) de 10 - 15 anos de expectativa de vida.

O efeito da doença Fusarium é incorporada através de um multiplicador que expressa a proporção da produção esperada de plantas saudáveis. é usado um valor de 0,5, baseado na pressuposição de que as plantas são mortas a uma taxa constante quando um trecho é atacado, e que as plantas

individuais morrem instantaneamente. A probabilidade por ano do estabelecimento de Fusarium em uma dada área onde ainda não tenha se estabelecido é 0,206 (tempo médio para entrar = 3 anos, N=2 áreas); a probabilidade de ataque a um dado trecho onde a doença se encontra estabelecida na área é calculada em 0,293 (médio de anos para que ocorra = 2), e a probabilidade de que um trecho seja morto dado que esteja doente é calculado em 0,206 (médio de anos para que ocorra = 3) (Fearnside, 1980a).

Alocação do Produto

RENDA NÃO AGRÍCOLA

A caça é uma fonte suplementar de renda para aqueles colonos cujo histórico cultural leva-os a se dedicarem a essa atividade. Se um colono simulado é um caçador, a caça precisa ser calculada para o lote, o suprimento de mão-de-obra do colono precisa ser ajustado para o tempo gasto em caçar, e a caça vendida a outros colonos precisa ser contada com complementações apropriadas ao suprimento de dinheiro do caçador para as receitas das vendas.

A caçada só é feita durante o período no qual as populações de caças são consideradas sobreviventes a um nível que vai contribuir com uma quantidade significativa para o suprimento de carne do colono. O valor usado para o fim da caçada é de 15 anos, baseado na descoberta de Smith de que a Agrovila Coco Chato, perto de Marabá, assentada há quinze anos antes, teve uma produção de caça de somente 761 kg/ano (1976b: 171 - 173). Um valor alternativo seria de 21 anos, o ponto no qual a produção seria zero na atual taxa de declínio.

O esforço total gasto na caçada para o ano é calculado de:

$$Y = 84,00 - 2,00\ A \qquad \text{Equação A.47}$$

onde:

Y = esforço de caçada total para o ano (dias de homem/caçador/ano)

A = número de anos desde o começo da caçada (desde o come,o da simulação).

(Tabela A.23)

TABELA A.23. FREQÜÊNCIAS DOS TIPOS DE MÃO-DE-OBRA EXTERNA

Tipo de colono	Tipo de Mão-de-Obra: Diarista	Empresário	Governo ou profissional externo	Mulheres ou crianças que trabalham	Probabilidade de não haver trabalho	Número de observações
Empresário	0,33	0,33	0,17	0,17	0,00	6
Agricultor independente	0,11	0,29	0,00	0,11	0,49	28
Agricultor artesão	0,38	0,04	0,17	0,04	0,37	24
Agricultor trabalhador	0,39	0,09	0,06	0,09	0,37	65

Diferenças entre os tipos de trabalho: $p < 0,0001$, $x^2 = 52,9$, gl = 18, N=121.

(Tabela A.24)

TABELA A.24. MAO-DE-OBRA EXTERNA: DIAS GASTOS E GANHOS POR TIPO DE TRABALHO

	MAO-DE-OBRA TOTAL			MAO-DE-OBRA MASCULINA			GANHOS		
Tipo de Mão-de-obra	Média(a)	DP	N	Media(a))	DP	N	Media	DP	N
Diarista	30,6	41,5	93	30,6	41,5	93	16,25(b)	(0)	Nota c
Empresário	17,5	12,0	2	17,5	12,0	2	0,0920(d)	0,7754	5
Governo/ Profissional	34,0	22,9	3	34,0	22,0	3	8.420,5(e)	6.929,8	7
Mulheres e crianças que trabalham.	217,4	205,2	7	108,9	229,4	7	6.346,2(e)	6.929,8	7

a) Mão-de-obra em dias de homem em/lote/ano gastos em cada tipo de mão-de-obra, dado que um colono se ocupe nessa mão-de-obra. Mão-de-obra masculina é para homens com 18 anos ou mais.

b) Ganhos de pagamentos diários em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/dia de homem adulto.

c) Media de 1 de 12 meses a taxa corrente em 1975 (também usada para entrada como "custo de mão-de-obra"); 9 meses a Cr$15/dia de homem e 3 meses (derrubada) a Cr$20/dia de homem (sem a comida ser incluída). O desvio padrão é presumido como sendo zero, pois não há muita variação de pagamentos entre os lotes em qualquer época do ano.

d) Retorno dos ganhos sobre investimentos em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/cruzeiro de janeiro de 1975 investido, considerando-se como investimento tanto o capital quanto os bens de capital agregados.

e) Ganhos em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/ano.

(Tabela A.25)

TABELA A.25. DINHEIRO ENVIADO E RECEBIDO DE FORA DA ÁREA

Evento	Probabilidade por ano	N (anos de colono)	Valor, dado > 0 (Cr75$/ano) Média	DP	N
Dinheiro recebido de fora	0,053	263	17.788	20.344	9
Dinheiro enviado para fora	0,011	263	492	121	3

Nota : US$1 = Cr75$7,4 (Cruzeiros de 01/01/75).

Equação A.47 é derivada de dados sobre esforços de caçadas coletados por Smith (1976b: 171-173, 195) em duas agrovilas, três e quinze anos depois do assentamento, respectivamente. A produção de caça por dia de homem é calculada de:

$Y = 14,13 - 0,68\ A$	Equação A.48

onde:

Y = produção de caça em kg/dia de homem
A = esforço de caça em dias de homem.

A Equação A.48 é derivada das observações de Smith (1976b: 171-173), que em uma agrovila com três anos de idade o esforço era de 373 dias de homem/agrovila/ano ou 78 dias/caçador/ano a 3,5 caçadores/agrovila, enquanto em uma agrovila em um local que havia sido assentada há quinze anos, o esforço era de 190 dias de homem/agrovila/ano ou 54 dias/caçador/ano, que produz no assentamento mais recente 12,1 kg/dia de homem versus 4,0 kg/ dia de homem no assentamento mais antigo.

Em seguida é calculada a necessidade de subsistência para caça e para o mês. A necessidade de subsistência por mês em peso de carne limpa é a necessidade de subsistência para carne de qualquer tipo (kg/pessoa/ano) dividido pelos 12 meses e multiplicado pelo tamanho da família. A necessidade de subsistência para carne é discutida na seção sobre alocação do produto no Capítulo 4.

O esforço despendido na caça em cada mês do ano é determinado, com ajustes apropriados feitos nos suprimentos de mão-de-obra (total) da família e mão-de-obra masculina. Todo o trabalho de caça é considerado trabalho masculino. O esforço de caça de cada mês é calculado a partir do esforço anual total de caça para o lote e a proporção do esforço de caçada que recai em cada mês. Essas proporções foram calculadas a partir dos dados fornecidos por Smith (1976b: 357) para o esforço de caçada na Agrovila Nova Fronteira, 90 km ao oeste de Altamira. As proporções são: janeiro: 0,026; fevereiro: 0,082; mar,o: 0,084; abril: 0,148; maio: 0,104; junho: 0,108; julho: 0,124; agosto: 0,136; setembro: 0,016; outubro: 0,014; novembro: 0,072; dezembro: 0,086.

O peso de caça obtido cada mês é calculado como o esforço utilizado no mês vezes a produção por dia de homem de esforço de caçada. Esse valor para peso vivo de caça apanhada é ajustado para se obter o valor para o peso de carne limpa presumindo-se um fator de desperdício da caça de 0,40 (Smith, 1976b: 173). O peso de caça limpa capturada em cada mês é comparado com a necessidade de subsistência por caça por mês. Se a quantidade capturada no mês é menor ou igual à necessidade de subsistência, então toda a caça é comida e

nenhuma é vendida. Se o apanhado é suficiente para satisfazer as necessidades de subsistência, então qualquer excedente de caça é acrescentado ao estoque disponível de caça da comunidade para ser comprada por outros colonos.

DETERIORAÇÃO DE PRODUTOS

(Tabela A.26)

TABELA A.26. DETERIORAÇÃO DE PRODUTOS ESTOCADOS

Item	Conservados para consumo ou venda: Proporção média deteriorada	Conservados para consumo ou venda: Desvio padrão	Conservados para consumo ou venda: N	Conservados para uso como sementes: Proporção média deteriorada	Conservados para uso como sementes: Desvio padrão	Conservados para uso como sementes: N
Arroz	0,180	0,250	39	0,10	0,17	5
Milho	0,275	0,286	21	0	(0)	1
Phaseolus	0,051	0,092	13	0	(0)	1
Vigna	0	0	3	0	(0)	1
Mandioca brava	0	0	(presumida)	não aplicável		
Macaxeira	0	0	(presumida)	não aplicável		
Cacau	0	0	(presumida)	não aplicável		
Pimenta-do-reino	0	0	(presumida)	não aplicável		

TRANSPORTE PARA MERCADOS

Dado que o transporte seja disponível, o transporte de produtos para o mercado (CIBRAZEM) custa uma média de Cr75$0,12/kg (DP=0,08, N=11 colonos). Se os colonos vendem seus produtos ao Banco do Brasil, eles precisam fazer viagens ao Banco na cidade de Altamira (50 km de distância) para receber o pagamento. O custo médio de cada viagem é de Cr75$37,54 (DP=33,32, N=6). É feita a pressuposição otimista de que são necessárias somente duas viagens para receber o pagamento.

(Tabela A.27)

TABELA A.27. DISPONIBILIDADE DE TRANSPORTE

Zona	Probabilidade que o lote se localiza na zona[a]	Probabilidade de não haver Transporte para o Mercado: 3 Anos iniciais	Anos posteriores	N (km)
1.) Beira da estrada principal	0,26	0,00	0,00	15,00
2.) 10 km iniciais das estradas vicinais	0,40	0,16	0,00	16,75
3.) Fim das estradas vicinais	0,34	1,00	0,23	11,50

[a]Proporção de 232 lotes destinados aos colonos na área em estudo (excluindo as 4 agrovilas).

COMPRA E VENDA DE PRODUTOS

Nem todos os produtos são vendidos ao Banco do Brasil. Foram usadas as freqüências de 1975 de venda ao banco na simulação. A probabilidade de venda de arroz ao Banco foi 0,433 (N=12 colonos), milho foi 0,000 (N=3), e Phaseolus foi 0,000 (N=1). As outras culturas não são compradas pelo banco em Altamira, mesmo que o colono quisesse vendê-las. Quando as colheitas são vendidas ao banco, além do custo das viagens para receber o pagamento, o Banco automaticamente deduz os pagamentos do saldo devedor e do juro devido de empréstimos prévios.

(Tabela A.27a)

TABELA A.27a. PREÇOS DOS PRODUTOS

Produto	Compra (Cr75$/kg)[a]			Venda (Cr75$/kg)[a]		
	Média	DP	N	Média	DP	N
Arroz (com casca)	2,44	0,84	12	1,25	0,24	10
Milho (grãos)	0,85	0,13	3	0,74	0,24	2
Feijão *Phaseolus*	10,62	4,15	12	3,64	1,17	3
Feijão-de-corda *Vigna*	8,85	(3,46)	--[b]	3,02	0,98	--[b]
Mandioca brava (farinha)	2,90	0,60	13	1,87[c]	(0,00)	1
Macaxeira (farinha)	2,90	0,60	--[d]	1,87[c]	(0,00)	--[d]
Cacau (amêndoas secas)	--	--	--	6,00	(0,00)	oficial
Pimenta-do-reino	--	--	--	7,52	(0,00)	1
Caça (peso limpo)	9,23	2,18	5	9,23	2,18	5
Carne enlatada	14,93	4,53	8	--	--	--

[a]US$1 = Cr75$7,4 (cruzeiros de 01/01/75).

[b]Calculado a partir do preço de *Vigna* em relação aos preços de *Phaseolus* em 15 de fevereiro de 1975, quando *Vigna* vendeu por 83,3% do preço das variedades de *Phaseolus* de grãos pequenos (tais como "preto") ou 62,5% do preço das variedades de grãos grandes (tais como "jalo").

[c]Antes da dedução de 30% para o uso do equipamento para a fabricação da farinha (casa de farinha).

[d]Macaxeira (mandioca doce) presumida igual à mandioca brava.

NECESSIDADES DE SUBSISTÊNCIA PARA PRODUTOS AGRÍCOLAS

As quantidades de subsistência de cada cultura tem sido baseadas no ponto médio das quantidades de cultura consumidas pelos compradores e vendedores de culturas entrevistados durante o trabalho de campo. Para arroz (com casca), os compradores consumiam uma média de 105,5 kg/pessoa/ano (DP=57,0, N=16), e os vendedores consumiam uma média de 175,7 kg/pessoa/ano (DP=82,3, N=3). A necessidade de subsistência usada para arroz foi portanto 140,6 kg/pessoa/ano. No caso do milho não houve vendedores na série de dados. A média para compradores foi 195,5 kg/pessoa/ano (DP=264,8, N=4), que foi usado como a necessidade de subsistência para milho (incluindo milho empregado para alimentar galinhas). Isso corresponde a 14,55 kg de frango comido por pessoa por ano, ou uma cultura em pé de 23,84 aves/capita ou 143,07 aves para uma família de seis pessoas. Isso é mais alto do que o bando médio observado de 51,3 galinhas/família (DP=35,3, N=8). Isso é parcialmente compensado pela omissão do arroz como ração de galinhas na simulação. Para "feijão" (tanto Phaseolus como Vigna) a média de consumo entre compradores foi 43,9 kg/pessoa/ano (DP=19,6, N=12), e entre vendedores foi 34,6 kg/pessoa/ano (N=1). Foi usado o ponto médio de 39,3 kg/pessoa/ano como a necessidade de subsistência para "feijão". Para mandioca (tanto mandioca brava como macaxeira), compradores comem uma média de 43,4 kg/pessoa/ano de farinha (DP=31,8, N=13), enquanto vendedores comem 80,0 kg/pessoa/ano (N=1). Foi usado o ponto médio de 61,7 kg/pessoa/ano de farinha como a necessidade de subsistência para mandioca.

NECESSIDADE DE DINHEIRO PARA SUBSISTÊNCIA

A necessidade de dinheiro para subsistência inclui dinheiro para compras para satisfazer qualquer deficiência em estocagem de sementes caso os estoques guardados da própria produção do lote sejam insuficientes. Uma necessidade de dinheiro para subsistência existe também para itens que não podem ser produzidos no lote, tais como roupas, remédios e transporte. A necessidade de dinheiro para subsistência para esses itens totaliza Cr75$1.615,30/pessoa/ano, sendo composto de Cr75$293,53 para vestuário (DP=297,21, N=8 colonos), Cr75$129,91 para querosene, fósforos, sabão, etc., (DP=129,91, N=11), Cr75$145,63 para medicamentos (DP=214,47, N=10), Cr75$1.029,21 para alimentos não cultivados no lote (incluindo carne) (DP=486,30, N=6), Cr75$709,02 para alimentos cultivados no lote (DP=246,54, N=7), Cr75$133,34 para transporte de pessoas (fora viagens para fazer arranjos para financiamento, pagamento das prestações ao banco, e coleta dos pagamentos do banco referentes aos produtos vendidos ao governo) (DP=107,59, N=15), e Cr75$34,61 para outros consumos (DP=69,53, N=7), menos Cr75$151,91 para carne enlatada e caça, para a qual o dinheiro é alocado separadamente. A caça, fora aquela que

é comida diretamente pela família do caçador, pode ser comprada do estoque de caça da comunidade disponível para venda, que procede do que os caçadores na comunidade matam além da quantia consumida por suas famílias. As necessidades de carne são satisfeitas primeiro pela caça já presente e pela transformação do milho em galinhas, e então pela compra da caça se disponível e por último pela compra de carne enlatada.

A dieta dos colonos é composta de calorias, proteína total, e proteína animal obtida das quantidades comidas de gêneros de primeira necessidade, de caça e de carne enlatada, das contribuições de outros produtos normalmente adquiridos com dinheiro e das culturas de tubérculos tais como a parte da produção de macaxeira consumida diretamente como tubérculos, bem como batatas doces Ipomea batatas), inhame ou cará Dioscorea spp.) e, em pequena proporção, taioba Xanthosoma spp.). O consumo de tubérculos, considerado como um suplemento "gratis" da dieta, perfaz a média de 480,19 kg/capita/ano (N=4 lotes), ou 135,39 kg/capita/ano depois de descontar as perdas usando-se um fator de 71,94% para os tubérculos da macaxeira (Carvalho, s/d (1974)). Esse nível de consumo de tubérculos contribui com 176,01 mil calorias/capita/ano (DP=70,44, N=4 lotes) e 1.761 g/capita/ano de proteína total (DP=703, N=4 lotes). A contribuição de proteína animal é zero.

As contribuições dos produtos comprados com dinheiro, dado os padrões de gasto de dinheiro dos colonos observados, totalizam Cr75$5,34/1.000 calorias, Cr75$1.573,85/kg de proteína total e Cr75$1.573,85/kg de proteína animal. A Tabela A.28 dá os preços e as contribuições das principais mercadorias compradas com dinheiro, fora carne enlatada, caça, produtos que são também produzidos nos lotes dos colonos e "outros consumos" incluídos nas necessidades de dinheiro para subsistência. Os preços de produção para itens produzidos no lote foram dados anteriormente na Tabela A.27.

(Tabela A.28)

TABELA A.28. PREÇO E NUTRIÇÃO DE MERRCADORIAS BÁSICAS COMPRADAS COM DINHEIRO.

		Unidades/cápita/ano					Nutrição/unidade(a)			Nutrição/cápita/dia		
Item	Unidade	Média	DP	N	Preço (Cr75$/ unidade)	Custo (Cr75$/ capita/ ano)(b)	Calorias	Proteína total	Proteína animal	Calorias	Proteína total (g)	Proteína animal (g)
Acucar	kg	42,12	23,93	14	3,98	167,64	3.695	0	0	426,10	0	0
Sal	kg	8,95	1,70	14	1,70	15,22	0	0	0	0	0	0
Leite em po	kg	4,11	2,77	13	30,02	123,38	5.080	250	250	57,16	2,81	2,81
Querosene	litro	12,39	7,78	16	3,41	42,25	0	0	0	0	0	0
Cafe	kg	5,15	3.07	14	18,17	93,58	0	0	0	0	0	0
Oleo	litro	11,62	4,54	13	14,20	165,00	10.131	0	0	322,30	0	0
Sabao	kg	10,60	6,06	13	6,82	72,29	0	0	0	0	0	0
Macarrao	kg	2,26	4,65	8	9,09	20,54	3.552	0	0	21,98	0	0
TOTAIS										827,54	2,81	2,81

a) Brasil, ACAR-PARÁ, s/d-a (1974).
b) Tamanho familiar médio em todas as observações = 6,33 (DP =1,40, N=15).

PAGAMENTO DE DÍVIDAS

Os colonos que não venderam sua produção ao Banco do Brasil freqüentemente não pagam seus débitos bancários voluntariamente. A probabilidade observada foi de 0,00 (N=3), mas é presumida a probabilidade de 0,25 para os propósitos da simulação, pois a amostra formal é inadequada e as impressões informais levam-me a esperar um valor um tanto mais alto. O pagamento "voluntário" só é feito dada a disponibilidade de algum dinheiro depois que as necessidades de subsistência tenham sido satisfeitas. Essas probabilidades baixas de pagamentos representam um subsídio substancial para os colonos, tanto na simulação como na rodovia Transamazônica. A partir de 1977, políticas menos indulgentes do Banco e do INCRA a respeito dos colonos que não pagam suas dívidas elevaram essas probabilidades na rodovia Transamazônica.
A probabilidade de pagamento de um empréstimo privado, tal como mercadorias recebidas a crédito das mercearias dos colonos, empréstimos de amigos, etc., é até mais baixa. A probabilidade observada foi 0,00 (N=2), mas foi assumido um valor de 0,10 como uma estimativa mais realística da freqüência com que esses empréstimos são saldados. Existe uma grande variabilidade entre os colonos na rodovia Transamazônica, tanto na disposição do devedor de pagar seus empréstimos como nos extremos a que vão os emprestadores a fim de induzí-los a pagar. A probabilidade geral de pagamento é baixa, em qualquer caso.

NECESSIDADES DE SEMENTES

(Tabela A.29)

TABELA A.29. NECESSIDADES DE SEMENTES

	Necessidades de Sementes (kg/ha)			
	Média	DP	N	
Arroz de sequeiro	29,6	13,4	263	roças (qualquer combinação)
Milho	12,5	9,4	66	roças de milho solteiro
Feijão *Phaseolus*	29,2	26,1	112	roças (qualquer combinação)
Feijão-de-corda *Vigna*	8,1	7,8	30	roças (qualquer combinação)

INVESTIMENTO

A classificação da mão-de-obra do colono determina se eles investem seu dinheiro em seus lotes ou em algum outro empreendimento. Os colonos cujo padrão de \mão-de-obra\ \não\ o tipo de colono) é como empresário ou profissional (ou qualquer um desses em combinação com outras atividades de trabalho) investem somente uma parte de seus fundos disponíveis em seus lotes. A proporção usada na simulação é 0,74 (DP=0,38, N=6). De outra maneira todo o dinheiro destinado ao investimento vai para o desenvolvimento do lote.

(Tabela A.30)

TABELA A.30. PROPORÇÕES DE CAPITAL LIVRE INVESTIDO DEPOIS DE SATISFAZER AS NECESSIDADES DE SUBSISTÊNCIA[a]

Tipo de Colono	Proporção do capital livre		
	Média	DP	N
Empresário	0,36	0,17	3
Agricultor independente	0,46	0,40	3
Agricultor artesão	0,22	0,25	6
Agricultor trabalhador	0,13	0,13	2

[a]Capital livre é dinheiro que não é gasto em culturas de subsistência, carne enlatada, ou caça.

(Tabela A.31)

TABELA A.31. PROPORÇÕES DE CAPITAL DE INVESTIMENTO DENTRO DE CADA CATEGORIA GASTO EM COMPRAS DE BENS DE CAPITAL[a]

Tipo de colono	Uso do bem de capital (categoria)		
	Lote	Empresa	Consumo
Empresário	0,33	0,22	0,03
	(2)	(3)	(2)
Agricultor independente	0,05	0,05	0,05
	(1)	(3)	(1)
Agricultor artesão	0,07	(0,00)	(0,00)
	(3)	(0)	(0)
Agricultor trabalhador	0,00	0,00	0,00
	(1)	(1)	(1)

[a]Números em parêntesis são números de observações.

Bens de capital se depreciam a uma taxa calculada em 20% por ano. Isso é baseado em uma média ponderada das taxas de depreciação de moto-serras e trilhadeiras na área de estudo, como mostra a Tabela A.33. Esse valor concorda com a taxa de depreciação usada pelo INCRA para carretas (Brasil, INCRA, 1972a: 194).

Processos Populacionais

POPULAÇÃO INICIAL

(Tabela A.32)

TABELA A.32. CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO INICIAL (NA CHEGADA)

Item	Média	DP	N
Idade do proprietário do lote (anos)	37,03	10,78	123[a]
Probabilidade da presença de esposa	0,898	--	108
Idade de esposa caso presente (anos)	31,87	10,67	112[a]
Probabilidade de dependentes presentes além de esposa, dado que o colono seja casado	0,912	--	91
Probabilidade de outros dependentes presentes, dado que o colono seja solteiro	0,182	--	11[a]
Número de dependentes, além da esposa dado ao menos um presente	4,14	2,27	103[a]
Probabilidade do sexo do dependente, além da esposa, ser masculino	0,53	--	456[a]

[a]Inclui alguns recém chegados na amostra; sem diferenças aparentes.

(Tabela A.33)

TABELA A.33. DEPRECIAÇÃO DE BENS DE CAPITAL.

Item	Espectativa de vida (anos)	Depreciação/ ano	Numero de observações: Máquinas	Numero de observações: Anos	Proporção de Colonos	Número de observações (colonos)	Valor (Cr75$ cada)(a)	Proporção do Total dos Bens de Capital	Depreciação Ponderada
Motoserras	4	0,25	6	2	0,098	61	7.588	0,58	0,14
Trilhadeiras	8	0,13	4	2	0,026	152	21.000	0,42	0,06
Taxa Ponderada de depreciação									0,20

a) US$1 = Cr75$7,4= Cr75$7,4 (cruzeiros de 01 de janeiro de 1975).

(Tabela A.34)

TABELA A.34. RETORNO SOBRE BENS DE CAPITAL RELATIVO AO TRABALHO MANUAL

Ítem	Unidade	Manutenção (Cr75$/ unidade)	DP	N	Combustível Cr75$/ unidade)(b)	N	Custo de mão-de-obra com Máquina (Cr75$/ unidade)(a)	DP	N	Custos totais (Cr75$/ unidade)	Valor do mão-de-obra se Feito Manualmente (Cr75$ /unidade)	DP	N	Retorno relativo médio	Retorno relativo ponderado
Moto-serras	ha derrubado	90,98	19,19	3	107,84(c)	--	46,60	25,00	7	245,42	186,80	73,00	12	0,76	0,44
Trilha-deiras	sacos de arroz(f)				0,47	1	1,13(d)	0,35	2	1,60(e)	4,65	4,20	5	2,91	1,23
Taxa de retorno relativo ponderado															1,67

a) Exclusivo da depreciação.
b) A Cr75$20/dia de homem para derrubada, Cr75$15/dia de homem para outras tarefas. (Cr75$ = cruzeiros de 01 de janeiro de 1975).
c) Calculado de Brasil, INCRA (1974a: 193) (16 litros de gasolina + 4 litros de óleo/ha).
d) Calculado de Moran (1975: 127), contando trabalho infantil como 50% do equivalente de adulto.
e) Não incluindo os custos de manutenção da trilhadeira (não disponíveis).
f) Sacos de 50 kg com casca.

(Tabela A.35)

TABELA A.35. INF0RMAÇÕES DEMOGRÁFICAS

Classe etária	Distri-buição de Idade do dependent (além da mulher)(a)	Probabilidades de imigração individual		Probabilidades de emigração individual		Probabilidades de morte sob alimentação adequada	
		Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher
1	0,077	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0156	0,0118
2	0,074	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
3	0,064	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
4	0,065	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
5	0,052	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
6	0,052	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
7	0,055	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
8	0,036	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
9	0,039	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
10	0,039	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
11	0,061	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
12	0,055	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
13	0,039	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
14	0,047	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
15	0,017	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
16	0,025	0,000	0,000	0,0000	0,0323	0,0010	0,0004
17	0,036	0,000	0,000	0,0000	0,1379	0,0010	0,0004
18	0,028	0,067	0,111	0,0303	0,0345	0,0010	0,0004
19	0,011	0,000	0,000	0,1034	0,0000	0,0010	0,0004
20	0,022	0,067	0,000	0,0625	0,0000	0,0010	0,0004
21	0,017	0,067	0,000	0,0968	0,0000	0,0011	0,0004
22	0,017	0,200	0,000	0,0968	0,0714	0,0011	0,0004
23	0,008	0,067	0,000	0,0690	0,0000	0,0011	0,0004
24	0,014	0,000	0,000	0,0385	0,0000	0,0011	0,0004
25	0,003	0,133	0,000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0004
26	0,008	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
27	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
28	0,000	0,067	0,111	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
29	0,006	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
30	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
31	0,000	0,000	0,000	0,0435	0,0000	0,0010	0,0007
32	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0435	0,0010	0,0007
33	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
34	0,000	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
35	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
36	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
37	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
38	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
39	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
40	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
41	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
42	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
43	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
44	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
45	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
46	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033

47	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033
48	0,000	0,000	0,000	0,0714	0,0000	0,0040	0,0033
49	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033
50	0,000	0,000	0,000	0,0909	0,0000	0,0040	0,0033
51	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
52	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
53	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
54	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
55	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
56	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
57	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
58	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
59	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
60	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
61	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
62	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
63	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
64	0,000	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
65	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
66	0,006	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
67	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
68	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
69	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
70	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
71	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
72	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
73	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
74	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
75	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
76	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
77	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
78	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
79	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
80	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
81	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
82	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
83	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
84	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
85	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
86	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1981	0,1875

a) N = 362 dependentes, agrupados dos colonos originais e recém-chegados

(Tabela A.36)

TABELA A.36. CAPITAL INICIAL E BENS DE CAPITAL

	Capital Liquido			Bens de Capital para: Lote			Bens de Capital para: Empreendimentos			Bens de Capital para: Consumo		
Tipo de Colono	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N
Colonos originais												
1.Empresário	0	0	1		0	3	0	0	3	0	0	1
2.Independente	5.265	11.431	14	460	4.210	23	1.166	4.210	23	285	1.067	14
3.Artesão	1.768	3.186	23	0	0	22	0	0	22	97	456	22
4 Trabalhador	2.360	6.958	55	0	0	61	0	0	61	0	0	55
Colonos recém-chegados												
1.Empresário	7.849	11.099	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2
2.Independente	26.296	30.257	9	1.174	3.523	9	2.979	6.533	9	587	1.762	9
3.Artesão	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
4.Trabalhador	1.383	2.461	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6

NOTA: Todos os valores em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975 (Cr75$7,4 = US$1,00).

CLASSIFICAÇÃO COMO CAÇADOR

Nem todos os colonos saem para apanhar caça na floresta: muitos que vieram de áreas no Brasil fora da Amazônia têm medo da floresta e desconhecem suas particularidades ou são desdenhosos da caçada como uma atividade de baixo-status. Os poucos colonos que caçam regularmente têm suprido uma parte importante da proteína animal consumida pela comunidade durante os primeiros anos da colonização na rodovia Transamazônica. A condição de cada colono como caçador e não caçador é destinado na simulação baseando-se na probabilidade de 0,07 de que um colono seja um caçador, um valor calculado pelo relatório de Smith (1976: 171-173), baseado em observações em três agrovilas, que existem 2 - 5 caçadores/agrovila. A probabilidade foi calculada usando-se 3,5 caçadores/agrovila (o ponto central da variação das observações de Smith) e presumindo-se as 50 casas normais como o tamanho médio das agrovilas.

MÃO-DE-OBRA FAMILIAR E SAÚDE

(Tabela A.37)

TABELA A.37. EQUIVALENTES DE MÃO-DE-OBRA NO TRABALHO AGRÍCOLA[a]

Faixa Etária (anos)	Homem	Mulher
7-8	0,20	0,15
9-13	0,25	0,20
14-17	0,50	0,40
≥18	1,00	0,75

[a]Proporção da contribuição do masculino adulto.

FONTE: Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 202.

(Tabela A.38)

TABELA A.38. PROBABILIDADES DE DOENÇA POR IDADE E SEXO.

Grupo etário (anos)	Malária		Trauma		Outros	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher
0-4	0,0227	0,0140	0,0027	0,0016	0,0405	0,0260
5-9	0,0185	0,0098	0,0021	0,0009	0,0058	0,0021
10-14	0,0103	0,0038	0,0033	0,0005	0,0018	0,0016
15-19	0,0214	0,0090	0,0062	0,0011	0,0021	0,0005
20-24	0,0198	0,0116	0,0084	0,0011	0,0038	0,0011
25-29	0,0138	0,0191	0,0053	0,0006	0,0024	0,0032
30-34	0,0175	0,0176	0,0095	0,0021	0,0009	0,0021
35-39	0,0130	0,0196	0,0065	0,0039	0,0059	0,0065
40-44	0,0144	0,0025	0,0058	0,0012	0,0023	0,0037
45-49	0,0072	0,0165	0,0046	0,0033	0,0033	0,0033
50-54	0,0248	0,0248	0,0038	0,0000	0,0019	0,0000
55-59	0,0248	0,0062	0,0248	0,0062	0,0331	0,0062
> 60	0,0165	0,0248	0,0414	0,0000	0,0083	0,0124

NOTA: A tabela mostra a probabilidade de que um dado indivíduo contraia uma doença em alguma época de um dado ano. As probabilidades são calculadas a partir do número de admissões no hospital do SESP em Altamira por sexo e classe etária para 1973 dado por Smith (1976b: 217, 235, 239, 247). As proporções de indivíduos na área toda por sexo e classe etária foram calculadas a partir da pesquisa sobre 101 famílias feita por Moran (1975) e modificada por Smith (1976b: 216) para incluir as estimativas de Smith de indivíduos em cada categoria na população (na maioria de trabalhadores migratórios) fora da tutela do INCRA (Smith, 1976b: 216). A estimativa da população total da área usada nos cálculos e de 34.000 (Smith, 1976b: 216). (Obs.: Smith também dá o valor de 24.000: p.20).

(Tabela A.39)

TABELA A.39. PROBABILIDADES MENSAIS DE DOENÇA

	MÊS											
Doença	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Malária(a)	0,061	0,083	0,126	0,067	0,056	0,051	0,067	0,104	0,155	0,092	0,081	0,057
Trauma(b)	0,051	0,080	0,048	0,070	0,090	0,049	0,079	0,103	0,081	0,103	0,141	0,105
Outro(c)	0,083	0,084	0,083	0,083	0,084	0,083	0,084	0,083	0,083	0,084	0,083	0,083

NOTA: A tabela mostra a possibilidade de que ocorram internamentos hospitalares durante um dado mês, dado que o indivíduo contraia a doença em algum momento durante o ano.

a) Probabilidades de malária calculadas a partir de dados da SUCAM para a área de Altamira sobre os números nas positivas encontradas em amostras de sangue de pacientes com suspeita de malária e encaminhados para esse departamento. Calculado de dados em Smith (1976 (1976b: 212).

b) Probabilidades de trauma (acidente) calculadas a partir do número de admissões no hospital do SESP, Altamira 1971, 1972 e 1973. Dados do censo completo dos registros feito por N. Smith foram tirados de Moran (1976: 121).

c) Outras doenças: presumidas iguais a 1/12 para cada mês devido a falta de dados. As diferenças de arredondamento distribuídas aleatoriamente.

(Tabela A.40)

TABELA A.40. DIAS DE TRABALHO PERDIDOS POR DOENÇA

	Dias perdidos[a]			Outros valores	
Doença	Média	DP	N	Smith (1976b)	Moran (1975)
Malária	33,3	23,1	3	14	8
Trauma	86,7	79,0	6	19[b]	
Outro	45,0	30,0	3	14,5[c]	

[a]Dias de trabalho realmente perdidos, não em equivalentes de dia de homem.

[b]Baseado em estimativa de 3 vezes a estadia média em hospital, que foi 6,2 dias.

[c]Baseado em 3 vezes estadia média de hospital de 4,8 dias para gastroenterite e 4,9 dias por doenças respiratórias, e iguais probabilidades de ataques para cada (0,5% da população por ano para cada doença).

FERTILIDADE E MORTALIDADE

A probabilidade de morte por cada deficiência de nutrientes é calculada a partir de:

$$P = (A - 1)\left(1 - \frac{B}{C}\right) \qquad \text{Equação A.49}$$

onde:

P = a probabilidade de morte por ano devido a deficiência de nutrientes (calorias ou proteína).

A = o fator de mortalidade para o nutriente (calorias ou proteína).

B = a quantia média de nutrientes ingeridos per cápita por dia (calorias ou proteína).

C = a necessidade do nutriente per cápita por dia (calorias ou proteína).

Seguindo-se o procedimento de Weisman (1974), somente um dos dois nutrientes é considerado limitador. É usado aquele que dá a mais alta probabilidade de morte relacionada à deficiência de nutriente. Note-se que os níveis de consumo de nutrientes se referem a média anual sobre todos os membros da família.

(Tabela A-41)

TABELA A.41. FERTILIDADE ESPECÍFICA POR IDADE PARA A POPULAÇÃO RURAL BRASILEIRA

Classe	No. Total de mulheres	Total de nascimentos vivos no ano anterior	Probabilidade etária de nascimentos vivos por classe etária
15-19	2.188.350	132.029	0,060
20-24	1.772.913	414.291	0,234
25-29	1.334.934	362.629	0,272
30-34	1.087.643	274.233	0,252
35-39	987.395	198.659	0,201
40-44	837.890	91.988	0,110

FONTE: Valores do recenseamento de 1970 apresentado em Mata et al. (1973: 175).

(Tabela A-42)

TABELA A.42. NECESSIDADES DE CALORIAS E DE PROTEÍNA TOTAL E EFEITOS SOBRE A MORTALIDADE

Idade (Anos comple-tos)	Necessidade de caloria[a] (per cápita/ dia)	Fator de Mortalidade[b] Por falta de Calorias	Necessidade de Proteína Total[c] (g/cápita/dia)	Fator de Mortalidade[d] Por falta de Total de Proteína
0	820	2,6	11,9	3,35
1	1.180	2,35	12,3	2,35
2	1.355	2,35	12,3	2,20
3	1.540	2,35	12,3	2,05
4	1.695	2,1	15,4	1,95
5	1.830	2,1	15,4	1,85
6	1.955	2,1	15,4	1,80
7	2.075	1,8	19,2	1,70
8	2.185	1,8	19,2	1,60
9	2.295	1,8	19,2	1,55
10	2.400	1,55	23,1	1,50
11	2.475	1,55	23,1	1,45
12	2.550	1,55	23,1	1,40
13	2.625	1,25	26,2	1,33
14	2.700	1,25	26,2	1,23
15	2.750	1,25	26,2	1,15
16	2.735	1,25	26,2	1,12
17	2.720	1,05	26,2	1,08
18	2.785	1,05	26,2	1,00
19	2.610	1,05	26,2	1,00
20-39	2.600	1,00	25,4	1,00
40-49	2.470	1,00	25,4	1,00
50-59	2.430	1,00	25,4	1,00
60-69		0		0

[a]De Weisman (1974: B485), que derivou isto da Nações Unidas, World Health Organization (1973).
[b]Um fator expressando o efeito da privação de calorias sobre o excesso de mortalidade nas populações por classe etária. Derivado de Weisman (1974: B493).
[c]Weisman (1974: B488); derivado de Nações Unidas, World Health Organization (1973). Em equivalente da proteína do ovo.
[d]Um fator expressando o efeito da deficiência de proteína total sobre o excesso de mortalidade por classe etária. Derivado de Weisman (1974: B495).

CASAMENTO DOS COLONOS

Ao modelar casamentos, só são considerados explicitamente aqueles de proprietários de lotes. Os jovens (filhos e filhas) que se casam e deixam o lote são considerados como emigrantes individuais, enquanto que esposos de jovens ou outros que se juntam a eles no lote dos pais são considerados como imigrantes individuais. A probabilidade anual de um colono solteiro (proprietário de lote) se casar é 0,069 (N=29

anos de colono solteiro). A idade média de noivas desposando proprietários de lotes foi 21 anos (DP=9, N=2). Esse valor é provavelmente mais alto do que seria se houvesse uma amostragem adequada.

IMIGRAÇÃO E EMIGRAÇÃO

Imigração e emigração estão divididas em dois tipos: nível de deslocamento individual e familiar. Essas têm implicações muito diferentes para o desenvolvimento da área. Quando chegam indivíduos para se juntar à famílias já estabelecidas, como por casamento (de outras pessoas que não o proprietário, que é tratado separadamente), o resultado é um aumento da força de trabalho (e da demanda de produtos) sem mudanças nos padrões de exploração do lote. Os filhos e filhas dos colonos que partem para as cidades, para estabelecer novas propriedades ou para casar, da mesma forma mudam o tamanho da família sem afetar as estratégias básicas. Quando famílias inteiras são substituídas, no entanto, as diferenças de comportamento dos colonos recém-chegados são sentidas.

As probabilidades por ano de um lote receber um imigrante individual são de 0,049 (N=491 anos de lote, 24 imigrantes individuais). A probabilidade de que um imigrante individual recebido em um lote seja masculino é 0,625 (N=24). Dado o sexo do imigrante individual, a probabilidade de que a pessoa pertença a cada classe etária pode ser determinada a partir das probabilidades de imigração específica por sexo e idade, dadas com a informação demográfica na Tabela A.35.

(Tabela A.43)

TABELA A.43. PROBABILIDADE POR ANO DE EMIGRAÇÃO DA FAMÍLIA

Tipo de Colono	Colonos Solteiros			Colonos Casados		
	Probabilidade	N[a]	Número de Colonos Partindo	Probabilidade	N[a]	Número de Colonos Partindo
1.) Empresário	0,143[b]	0	0	0,063	16	1
2.) Agricultor Independente	0,200	5	1	0,012	81	1
3.) Agricultor Artesão	0,143	7	1	0,057	88	5
4.) Agricultor Trabalhador	0,105	19	2	0,022	229	5

[a]Anos de colonos.

[b]Presume-se igual aos agricultores artesões.

APÊNDICE

RESUMO DOS PARÂMETROS E EQUAÇÕES DO MODELO KPROG2

Condições Físicas 278
Qualidade Inicial do Solo..... 278
Fatores Meteorológicos..... 280
Alocação do Uso da Terra..... 287
Financiamento..... 287
Preparo da Terra..... 299
Área de Subsistência..... 302
Aprendizado do Colono e Comportamento na Alocação 302
Margem de Segurança da Área de Subsistência 303
Modelando Alocações de Culturas..... 305
Decisões de Consorciação..... 305
Restrições da Mão-de-Obra e do Capital..... 308
Escolhas da Cultura Comercial..... 327
Modelando Mudanças no Solo..... 328
Qualidades de Queimada..... 328
Mudanças no Solo pela Queimada..... 332
Queimadas de Floresta Virgem..... 333
Queimadas de Vegetação Secundária..... 336
Queimadas de Mato..... 338
Mudanças no Solo sem a Queimada..... 339
Mudanças no Solo sob Pastagem..... 342
Fertilizantes e Calcário..... 344
Erosão do Solo..... 351
Produções das Culturas..... 353
Milho..... 353
Feijão Phaseolus 356
Feijão-de-Corda Vigna 360
Mandioca Brava..... 361
Macaxeira (Mandioca Doce)..... 363
Pastagem e Gado..... 364
Pimenta-do-Reino..... 368
Alocação do Produto..... 371
Renda Não Agrícola..... 371
Deterioração de Produtos..... 377
Transporte para Mercados..... 377
Compra e Venda de Produtos..... 377
Necessidades de Subsistência para Produtos Agrícolas.. 380
Necessidade de Dinheiro para Subsistência 383
Pagamento de Dívidas..... 386
Necessidades de Sementes..... 387
Investimento..... 387
Processos Populacionais..... 391
População Inicial..... 391

Classificação como Caçador..... 391
Mão-de-Obra Familiar e Saúde..... 398
Fertilidade e Mortalidade..... 398
Casamento dos Colonos..... 403
Imigração e Emigração..... 403

RESUMO DE PARÂMETROS E EQUAÇÕES DO MODELO KPROG2

Parâmetros do Modelo

Os parâmetros e equações do modelo KPROG2 não incluídos no texto estão resumidos neste Apêndice.

Condições Físicas

QUALIDADE INICIAL DO SOLO

(Tabela A.1)

TABELA A.1. pH NA GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa de pH	Freqüência (%)	pH médio	DP	N[a]
1	< 4,0	33,0	3,7	0,1	389
2	4,0-4,4	30,2	4,1	0,1	356
3	4,5-4,9	15,3	4,7	0,1	180
4	5,0-5,4	12,5	5,2	0,1	148
5	5,5-5,9	5,3	5,6	0,1	63
6	6,0-6,4	3,6	6,3	0,1	43
7	≥6,5	0,1	7,1	(0)	1

[a]De um mapa de 1.180 quadras baseado em 187 amostras em floresta virgem (Fearnside, 1978: 407; 1984b).

O conteúdo de alumínio é calculado baseando-se nos valores de pH e de conteúdo de argila, já designados por:

$$Y = 11,43 - 7,68 \ln A - 6,27 \times 10^{-2} B \quad \text{Equação A.1}$$

onde:

Y = alumínio (Al^{+++} em meq/100g)
A = pH
B = argila total (%)

($p<0,0001$, r=0,73, EP=1,56, N=118 amostras sob floresta virgem).

O nitrogênio é então calculado dos valores do carbono e pH para o pedaço de terra de:

$$Y = 0,132 A + 2,20 \times 10^{-2} B - 0,120 \quad \text{Equação A.2}$$

onde:

Y = nitrogênio (% peso seco)

A = carbono (% peso seco)
B = pH

($p<0,001$, r=0,86, EP=0,030, N=53 amostras em floresta virgem).

(Tabela A.2)

TABELA A.2. PROBABILIDADES DE TRANSIÇÃO PARA O pH DO SOLO VIRGEM

Classe de pH Inicial	Classe de pH Final ≤3,9	4,0-4,4	4,5-4,9	5,0-5,4	5,5-5,9	6,0-6,4	≥65	Número de Observações
Deslocamento de 100 metros[a]								
≤3,9	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	3
4,0-4,4	0,09	0,73	0,09	0,00	0,00	0,00	0,09	11
4,5-4,9	0,00	0,17	0,33	0,00	0,50	0,00	0,00	6
5,0-5,4	0,09	0,00	0,00	0,36	0,36	0,18	0,00	11
5,5-5,9	0,11	0,00	0,33	0,44	0,00	0,11	0,00	9
6,0-6,4	0,00	0,00	0,00	0,40	0,20	0,40	0,00	5
≥6,5	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Deslocamento de 500 metros[b]								
≤ 3,9	0,40	0,43	0,09	0,06	0,00	0,00	0,03	35
4,0-4,4	0,25	0,43	0,15	0,08	0,08	0,02	0,00	61
4,5-4,9	0,12	0,36	0,24	0,08	0,12	0,08	0,00	25
5,0-5,4	0,12	0,29	0,12	0,24	0,24	0,00	0,00	17
5,5-5,9	0,00	0,25	0,15	0,20	0,30	0,10	0,00	20
6,0-6,4	0,00	0,20	0,40	0,00	0,40	0,00	0,00	5
≥6,5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]calculado de amostras que estão a 100 metros de cada amostra de referência ± 100 metros. Usado na simulação para deslocamentos entre trechos dentro de um lote.

[b]calculado de amostras que estão a 500 metros de cada amostra de referência ± 500 metros. Usado na simulação para deslocamentos entre lotes.

(Tabela A.3)

TABELA A.3. ARGILA PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (% peso seco)	Freqüência (%)	Argila Média (% peso seco)	DP	N[a]
1	0-14	21,6	9,71	2,83	225
2	15-29	25,3	21,70	4,05	299
3	30-44	23,6	37,95	4,48	278
4	45-59	21,2	50,00	4,00	250
5	60-74	7,5	69,72	3,57	88
6	75-89	0,8	78,80	1,03	10

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 427; 1984b) baseado em 200 amostras.

(Tabela A.4)

TABELA A.4. DECLIVE PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (declive em %)	Freqüência (%)	Declive média(%)	DP	N[a]
1	0-4	32,0	2,0	1,4	378
2	5-9	18,7	6,3	13,8	221
3	10-19	29,3	13,8	2,5	346
4	20-29	13,5	22,8	2,2	159
5	30-39	5,8	37,8	2,9	68
6	40-69	0,6	57,9	3,3	7
7	70-90	0,1	89,0	(0)	1

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 437; 1984b) baseado em 225 medições.

(Tabela A.5)

TABELA A.5. CARBONO PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (% peso seco)	Freqüência (%)	Carbono Médio (% peso seco)	DP	N[a]
1	<0,50	1,9	0,39	0,08	22
2	0,50-0,86	31,0	0,70	0,11	366
3	0,87-0,99	5,1	0,94	0,03	107
4	1,00-1,49	40,8	1,18	0,13	482
5	1,50-1,99	17,2	1,70	0,14	203

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 423; 1984b) baseado em 75 amostras.

(Tabela A.6)

TABELA A.6. FÓSFORO PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa	Frequência (%)	Fósforo Médio (ppm)	DP	N[a] (ppm)
1	0-1	83,8	1,0	0	989
2	2	8,3	2,0	0	98
3	3-4	5,7	3,0	0,1	67
4	5-6	2,1	5,2	0,4	25
5	7-9	0,1	7,0	0	1

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 409; 1984b) baseado em 187 amostras.

FATORES METEOROLÓGICOS

Chuva, evaporação e insolação precisam ser simulados para o uso no cálculo da erosão e qualidade da queima. A chuva mensal é gerada para a estação do plantio (janeiro até maio) pela geração de um total para a estação de 1.396,2 mm e um desvio padrão de 300,9 (N=21) e então multiplicando esse total pela proporção do total esperado da estação para cada mês.

Os valores da chuva são atribuídos separadamente para os meses de junho, julho e agosto, usando-se os desvios padrão e médio para a chuva nesses meses (Tabela A.7). O período de queimadas (setembro até dezembro) é tratado da mesma maneira que o período de plantio, usando as proporções do total das estações (Tabela A.7) e o valor para o total da chuva no período gerado da média de 281,7 mm e desvio padrão de 148,1 mm (N=12).

(Tabela A.7)

TABELA A.7. CHUVAS MENSAIS EXPRESSOS COMO PROPORÇÕES DOS TOTAIS DO PERÍODO

Mês	Média	Desvio Padrão	N
Proporções dos totais dos períodos de chuva (jan.-maio)			
Jan.	0,1778	0,0588	21
Fev.	0,2141	0,0880	21
Mar	0,2631	0,0502	21
Abr.	0,2136	0,0505	21
Maio	0,1312	0,0522	21
Chuvas em mm para meses não incluídos nos períodos			
Jun.	77,58	48,18	30
Jul.	58,82	50,74	28
Ago.	28,07	22,39	27
Proporções dos totais dos períodos da queima (set.-dez.)			
Set.	0,1862	0,1099	12
Out.	0,1995	0,1075	12
Nov.	0,1850	0,1377	12
Dez.	0,4293	0,1026	12

FONTE: Fearnside, 1984c.

Os valores para evaporação mensal são calculados a partir de:

$$Y = 102,0 - 0,150\ A \qquad \text{Equação A.3}$$

onde:

Y = evaporação mensal (mm)
A = chuva mensal (mm)

($p<0,0001$, $r=0,57$, EP=32,06, N=45 meses).

A variabilidade é introduzida usando-se um erro padrão (EP) na estimativa para a regressão.

A insolação mensal é então calculada usando-se uma regressão semelhante em chuva mensal.

$$Y = 156,68 - 0,180\ A \qquad \text{Equação A.4}$$

onde:

Y = insolação mensal (horas)
A = chuva mensal (mm)

($p=0,0002$, $r=0,52$, EP=44,05, N=45 meses).

Os parâmetros meteorológicos diários podem ser gerados a partir das distribuições com relação aos totais mensais (Tabela A-8).

(Tabela A-8)

TABELA A.8. VARIABILIDADE METEOROLÓGICA DIÁRIA EXPRESSA COMO PROPORÇÕES DOS TOTAIS MENSAIS[a]

	Precipitação		Evaporação		Insolação	
Mês	DP	N	DP	N	DP	N
Jan.	0,0485	142	0,0219	123	0,0243	122
Fev.	0,0490	113	0,0178	113	0,0307	85
Mar.	0,0412	159	0,0123	153	0,0261	123
Abr.	0,0479	150	0,0270	150	0,0289	120
Maio	0,0696	155	0,0258	155	0,0667	124
Jun.	0,0648	150	0,0302	150	0,0312	120
Jul.	0,0843	155	0,0302	154	0,0162	124
Ago.	0,1096	147	0,0267	146	0,0108	124
Set.	0,0969	120	0,0289	120	0,0136	120
Out.	0,1013	119	0,0250	119	0,0231	69
Nov.	0,1346	120	0,0150	120	0,0263	120
Dez.	0,0677	124	0,0302	124	0,0336	124

NOTA: As médias usadas são totais mensais divididos pelo número de dias no mês.

Alocação do Uso da Terra

FINANCIAMENTO

Estão incluídos no programa 12 tipos de financiamento: 1) compra da terra e empréstimos para a compra da casa; 2) derrubada da floresta virgem, incluindo a limpeza do sub-bosque, (broca), e o empilhamento do material não queimado, (coivara), com empréstimo com prazo de oito anos do plano original (que estava em vigor de 1971 até 1974); 3) empréstimo para derrubada de floresta virgem com juros mais altos e prazos de um ano, que entraram em vigor no ano agrícola de 1974-1975; 4) dívida no INCRA para salários e itens não duráveis comprados a crédito nos primeiros meses do programa de colonização; 5) outras dívidas para itens duráveis (tais como moto-serras); 6) sementes obtidos do INCRA; 7) custeio do arroz (semear, plantar e colher); 8) custeio do milho; 9) custeio de feijão Phaseolus; 10) culturas perenes (pimenta-do-reino ou cacau); 11) gado e pastagem com animais (inclusive cerca); e 12) empréstimos privados, incluindo itens comprados fiado em mercearias pertencentes a colonos nas agrovilas. As freqüências, montantes e termos dos 12 tipos de empréstimo são mostrados na Tabela A.9.

(Tabela A.9)

TABELA A.9. FINANCIAMENTO: FREQÜÊNCIAS, QUANTIAS E TERMOS

TIPO DO EMPRESTIMO	PROBABILIDADE DE FINANCIAMENTO[a]	HECTARES FINANCIADOS N	HECTARES FINANCIADOS MEDIA	HECTARES FINANCIADOS DP	HECTARES FINANCIADOS N	QUANTIA POR HA MEDIA[b]	QUANTIA POR HA N	ANO INICIAL	ANO FINAL	PERIODO DE CARENCIA (anos)	PRAZO DO EMPRESTIMO (anos)	JUROS (%/ano) SEM MULTA[c]	JUROS (%/ano) COM MULTA[c]
1. TERRA E CASA	1,0[e] ou 0,0[f]	Nota g	1(h)	0	Nota g	46.273	Nota j	1	999[k]	3	20	6,0	6,0
2. DERRUBADA VIRGEM tipo 1	0,79	67	6	0	Nota g	1.037	Nota l	1	3	3	8	7,0	12,0
3. DERRUBADA VIRGEM tipo 2	0,74	21	6	0	Nota g	450	Nota m	4	999[k]	0	1	10,0	13,0
4. DIVIDA NO INCRA	1,00[e] ou 0,00[f]	Nota g	1(h)	0	Nota g	7.744	Nota n	1	999[k]	1	4[o]	6,0	6,0
5. BENS DURÁVEIS	0,12	Nota o	1(h)	0		7.588p	Nota q	1	999[k]	3	8	7,0	12,0
6. SEMENTES	1,00	Nota r	3	0	Nota r	202	Nota s	1	4	0	1	6,0	6,0
7. ARROZ	0,73	78	3	0	Nota r	430	Nota t	1	999[k]	0	1	10,0	13,0
8. MILHO	0,67	24	3	0	Nota r	190	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0
9. PHASEOLUS	0,57	28	2	0	Nota r	340	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0
10.CULTURAS	0,50	10	2	0	Nota u	8.748	Nota t	1	999[k])	3	8	10,0	13,0

PERENES														
11.PASTAGEM		0,05	21	5	0	12	1.156	12	1	999[k]	3	8	10,0	13,0
12.PARTICULAR	R	0,10	Nota w	1(h)	0		1.000	Nota w	1	999[k]	0	1	0,0	0,0

FONTE: Fearnside, 1980d (1982b).

NOTAS:

a) Probabilidades de financiamento sendo requerido e recebido no banco pelo colono, dado que ele decidiu usar a cultura em questão como uma cultura comercial e é solvente.

b) Quantidade financiada em cruzeiros de 1 de janeiro de 1975 (US$1=Cr$7,4; salário mínimo=Cr$326,40/mês). Para tipos de empréstimo 1, 4, 5 e 12 esta é o valor do empréstimo. (Todos os valores são corrigidas para inflação de 35% ao ano).

c) Sem multa por pagamento atrasado.

d) Com multa por pagamento atrasado.

e) Para colonos originais.

f) Para colonos recém-chegados.

g) Política governamental.

h) Hectares médios financiados fixados em um e desvio padrão em zero para tipos de empréstimos não baseados em área.

i) Valor do empréstimo (não por hectare).

j) Calculado de Cr$8.000,00 (ponto médio da variação de preço das casas de 5.000,00 - 11.000,00 em cruzeiros não corrigidos de janeiro de 1971), corrigidos para inflação de 1 de janeiro de 1975.

k) Ano de término fixado em 999 de modo que empréstimos deste tipo são disponíveis durante a execução inteira.

l) De cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1972: Cr$400 de 15 de outubro de 1972.

m) De cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1974.

n) De 8 salários mínimos (totalizando Cr$1.342,00 de 1 de janeiro de 1971). (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206). o) Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206.

p) Freqüência de financiamento para motoserras cerca de 0,10 (50 financiadas em aproximadamente 500 colonos em 1973/74, segundo arquivo da ACAR-PARÁ; 6 motoserras financiadas em 61 colonos a partir dos questionários; freqüência de financiamento para trilhadeira, 0,02 (3 financiados em 152 colonos).

q) De financiamento de motoserras do Cr$4.500,00 (não corrigido) para pedidos de empréstimos datados em outubro de 1973.

r) Valor aproximado representando o caso para a maioria dos colonos.
s) Sementes de arroz distribuídos pelo INCRA em janeiro de 1975 por 40 kg (1 ha).

t) Baseado em cédulas de pedido de empréstimos da ACAR-PARÁ de 1974.

u) Da área média de 0,9 ha para pimenta-do-reino e 1,98 ha para cacau em cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1973 (média de 2 culturas).

v) Da média de valores médios de cacau e pimenta-do-reino em cédulas de pedido de empréstimos da ACAR-PARÁ de 1973: Cr$5.575,00/ha para cacau (DP=280, N=3), Cr$11.920,00 para pimenta-do-reino (DP=3.125, N=3).

w) Valores de empréstimos particulares supostos como estimativa razoável baseado em conversas informais com os colonos. Estes empréstimos podem tomar a forma de crédito em lojas de propriedade de colonos.

Primeiro, todos os colonos originais recebem empréstimos para compra da terra e casa e a dívida no INCRA para salários e itens não duráveis. Colonos simulados podem ter até 20 empréstimos de diferentes tipos e/ou anos. Todos os colonos começam solventes. Colonos que fracassam em pagar o capital e o juro de seus empréstimos do Banco do Brasil ou INCRA serão classificados como insolventes e se tornam inelegíveis para futuros empréstimos provenientes dessas fontes. Uma exceção são os empréstimos do INCRA para sementes, pois, na minha experiência, são dados a todos os colonos, independentemente de solvência. Os empréstimos para sementes foram interrompidos pelo INCRA no ano agrícola de 1975-1976. Se um pagamento é feito atrasado, é cobrada uma taxa mais alta de juros em muitos tipos de empréstimo. A correção monetária para ajuste das dívidas para a inflação pode também ser incluída em qualquer tipo de empréstimo, mas os valores usados para esse parâmetro tornam todos os empréstimos simulados sem correção monetária, dando assim um subsídio substancial do governo para os colonos. Destinar empréstimos sem correção monetária é baseado em várias consultas com representantes do Banco do Brasil em Altamira, de depoimentos do órgão de extensão (ACAR-PARÁ, hoje EMBRATER) e dos contratos de financiamento assinados pelos colonos.

Como uma parte dos processos de decisão para alocações de uso da terra, o número de trechos financiados precisa ser determinado para cada uma das operações relevantes. Considerando-se uma operação (tal como a derrubada) que pode ser auxiliada por um empréstimo, é feita uma verificação para ver se o colono é elegível para o empréstimo. Se for elegível, é feita uma determinação do fornecimento do empréstimo, baseado na probabilidade do financiamento da Tabela A.9. Essas probabilidades são para os colonos que tiveram um empréstimo aprovado e receberam o dinheiro no Banco, pois a lentidão da burocracia do governo normalmente resulta na não liberação da verba até depois que a estação para operações agrícolas já tenha passado na rodovia Transamazônica.

Se um empréstimo for realmente concedido, então precisam ser feitos ajustes adequados aos suprimentos de capital e de mão-de-obra do colono simulado. Junto com o insumo do capital do empréstimo, existe um custo pesado para o colono, tanto em tempo quanto em dinheiro gasto para obter o empréstimo. Estes custos só são arrecadados na simulação para os colonos que realmente recebem empréstimos, uma suposição otimista pois na realidade muitos colonos gastam tempo e dinheiro nos passos iniciais para obter os empréstimos mas na seqüência, fracassam em recebê-los porque o empréstimo não foi aprovado ou porque o colono não quis recebê-los após haver ocorrido atraso excessivo. O custo em dinheiro das idas ao banco para pagar o empréstimo não é incluído nesse ponto, mas é subtraído mais tarde no momento do pagamento no setor de alocação do produto.

Para tipos de empréstimo que são concedidos em uma base por hectare, a quantia do empréstimo adicionada para cada

trecho financiado é calculada multiplicando-se o tamanho de um trecho pela quantia por hectare. Isso é feito para cada trecho financiado. Para empréstimos de uma vez, como os que são concedidos para compra da terra, as quantias são geradas a partir da média e desvio padrão demonstrado para o total de quantias de empréstimo na Tabela A.9. Esses cálculos são feitos só uma vez. No caso dos empréstimos para sementes, do INCRA, o número de trechos financiados para a cultura é calculado das áreas sendo financiadas pelos empréstimos de custeio do Banco do Brasil para a cultura em questão (áreas financiadas em geral, não a área específica para cada colono individual, o qual pode ser insolvente e ainda receber empréstimos para sementes). Os custos para o colono simulado obter os empréstimos só são arrecadados uma vez, sendo que o custo é o mesmo se a área financiada for pequena ou grande. Em empréstimos para o assentamento (terra e casa, dívida no INCRA e bens duráveis) e empréstimos privados não têm custos em mão-de-obra ou em dinheiro. Para outros tipos de empréstimos o custo é deduzido do montante do empréstimo. Isso é feito por frações, a medida em que se considera cada trecho (o custo do financiamento dividido pelo número de trechos financiados provisoriamente) para evitar que o capital do colono se torne negativo. Desde que instrumentos de programação, tais como esses, foram incluídos, o financiamento é considerado, no procedimento de alocação do uso da terra, para determinar se um colono é capaz de orçar cada trecho adicional. O financiamento é considerado em uma base provisória e então todas as mudanças resultantes são desfeitas se, no fim, fica determinado que o colono não é capaz de fazer a alocação que está sendo considerada.

O valor usado para o custo médio em dinheiro do financiamento é de Cr75$1.041. Esse é o ponto médio na variação dos custos de financiamento de Cr$ 595-1.050 dada por Moran (1976: 86), assumindo-se que esses valores se referem ao cruzeiro de 15 de junho de 1974. Esse é um valor um tanto otimista, pois a agrovila estudada por Moran fica somente a 23 km da cidade de Altamira, enquanto que a área de estudo intensivo para o atual estudo de capacidade de suporte é centralizada em uma agrovila a 50 km da cidade (com os custos de transporte para Altamira duas vezes mais alto, com os custos de transporte para os escritórios de ACAR-PARÁ (agora EMBRATER) em Agrópolis Brasil Novo mais ou menos o mesmo). O valor é corrigido para os cruzeiros de 1 de janeiro de 1975 i.e. Cr75$).[1]

O desvio padrão do custo em dinheiro do financiamento é calculado das variações de valores dados por Moran (1976: 86). Os valores máximo e mínimo de 1 de janeiro de 1975 foram usados para aproximar o desvio padrão pelo método de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumindo-se que o número de observações de Moran é de 25 colonos, baseando-se em outros dados apresentados no estudo referido como uma "amostra de 50%" de uma agrovila (agrovilas normalmente abrigam 50 famílias). O valor do desvio padrão assim obtido é Cr75$148. O custo do

financiamento é gerado na simulação a partir do desvio padrão e da média para este custo uma vez por ano para cada colono que tenta obter financiamento.

A perda do trabalho em dias tentando obter um financiamento é gerada de maneira semelhante. O valor para a perda média de trabalho usada é vinte e quatro dias, o ponto central da variação de valores dada por Moran (1976: 86).[2] O desvio padrão foi aproximado usando-se os multiplicadores de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumindo-se um tamanho de amostra de 25 colonos. O valor do desvio padrão obtido desta é de 3,3 dias. A perda de trabalho também precisa ser rateada entre os vários meses do ano. As proporções da perda de trabalho para financiamento, distribuídas por cada mês do calendário, foram as seguintes: janeiro: 0,11, fevereiro: 0,00, mar,o: 0,00, abril: 0,00, maio: 0,11, junho: 0,08, julho: 0,08, agosto: 0,29, setembro: 0,11, novembro: 0,11 e dezembro: 0,00. Essas proporções foram calculadas a partir dos dias de cada uma das diferentes operações de financiamento, usando-se os pontos centrais das variações dadas por Moran (1976: 86). As operações são separadas por meses da seguinte maneira: fazer o plano (julho); confirmação e aprovação (agosto); recebimento de seis pagamentos (igualmente divididos entre: agosto, setembro, outubro, janeiro e maio); e o pagamento do juro do empréstimo (junho).

O dinheiro obtido do empréstimo é alocado na simulação de acordo com o tipo do empréstimo. Empréstimos para bens capitais vão diretamente para bens capitais na simulação, como é requisitado pelo banco mas algumas vezes passado por cima no fato real. Empréstimos privados vão para o dinheiro de consumo, as dívidas no INCRA não são acrescentadas a nenhum dos tipos de caixa, pois presume-se que no primeiro ano os colonos se alimentem com os salários do INCRA. O dinheiro de empréstimos para casas e terra nunca passa através das mãos do colono simulado, como é também o caso com os empréstimos para bens capitais e empréstimos do INCRA para sementes. Outros tipos de empréstimos são acrescentados ao capital do colono.

PREPARO DA TERRA

As decisões de uso da terra são uma parte do processo da alocação do uso da terra. Os trechos de terra disponíveis para alocação no lote são "cortados" (derrubados) ou preparados para plantio, em uma ordem guiada pela preferência do colono simulado para as diferentes categorias de terra disponível para a corte.

Na escolha do primeiro trecho a ser cortado para um dado lote e ano, o primeiro passo é a determinação de quais trechos no lote estão disponíveis para a corte. Aqueles não disponíveis incluem trechos que estão plantados com culturas perenes ou pastagem. Aqueles trechos que estão com mandioca (doce ou brava) no fim do ano agrícola anterior estão também não disponíveis, pois o período de crescimento da mandioca é maior do que um ano. Também, são considerados trechos não

disponíveis para corte se eles têm estado sob cultivo contínuo pelo número máximo de anos permitido antes que o mato torne impossível o plantio de uma nova cultura sem um período de intervalo de pousío. Aqui "cultivo contínuo" inclui culturas anuais, culturas perenes, pastagens, solo nu e mato (com menos de 240 dias). O período de pousío no intervalo será no mínimo até o estágio de "vegetação secundária" (acima de 240 dias). O número máximo de anos permitido em cultivo contínuo é um parâmetro de entrada, sendo usado um valor de dois anos de acordo com a prática normal na rodovia Transamazônica.

A cada um dos trechos considerado "disponível" para corte é designada uma categoria de classe de corte e é conservado um registro do número de trechos disponíveis em cada categoria. As categorias são: 1) mato ou terra nua, no fim do ano agrícola anterior (menos de 240 dias); 2) vegetação secundária com menos de 2 anos; 3) vegetação secundária de 2-3 anos; 4) vegetação secundária de 4-6 anos; 5) vegetação secundária de 7-11 anos; 6) vegetação secundária de 12-16 anos; 7) vegetação secundária de 17-20 anos; 8) vegetação secundária com mais de 20 anos; e 9) floresta virgem (floresta não derrubada anteriormente pelos colonos).

A seguir, o número de trechos financiados para derrubada da floresta virgem é determinado. Isso é feito de acordo com o procedimento previamente descrito para financiamento, baseado na elegibilidade do colono para empréstimos, áreas financiadas em programas de crédito do governo, etc.

O primeiro tipo de corte feito é a derrubada virgem financiada, até que o número de trechos financiados para derrubada virgem seja alcançado, ou até que os recursos do colono simulado estejam esgotados, o que ocorrer primeiro. Começando com um trecho escolhido ao acaso, os trechos são examinados até ser encontrado um trecho virgem, são feitos os ajustes apropriados no capital do colono simulado, dependendo dos termos de financiamento correntes no ano em questão.

Para trechos não influenciados pelo financiamento de derrubada virgem, a categoria de corte, ou categoria de idade, do trecho a ser cortado é escolhida (entre categorias para as quais existem alguns trechos disponíveis no lote), baseado em probabilidades de corte. As classes de derrubada representam as probabilidades de derrubada de alguma quantia dessa classe de uso da terra para fins de conversão a um uso que não seja pastagem, dada a existência no lote tanto da terra virgem quanto da categoria em questão. Essas probabilidades são calculadas como proporções de anos de lote onde a terra da categoria está disponível e então é derrubada (Fearnside, 1984e). As probabilidades usadas são: 1) mato e terra nua: 0,800 (N=60); 2) 8 meses - 2 anos: 0,750 (N=28); 3) 2 - 3 anos: 0,385 (N=13); 4, 5, 6, 7) 4 - 20 anos: tudo presumido como sendo 0,385 (o mesmo que categoria 3); 8) acima de 20 anos: presume-se que seja 1,0 (o mesmo que categoria 9); 9) virgem: 1,0. Esses valores para probabilidades de derrubada são parâmetros de entrada usados para representar o comportamento real dos colonos na rodovia Transamazônica. É

possível examinar os efeitos de mudanças hipotéticas nesse comportamento, tais como manutenção dos períodos de pousío de uma certa duração, alterando-se as probabilidades de corte para tornar as probabilidades para classe de idade abaixo da duração do período de pousío igual a zero e aqueles acima dele iguais a um.

Uma vez identificada a categoria a ser cortada, um trecho é escolhido e cortado nesta categoria. Esse processo continua enquanto progride o procedimento de alocação do uso da terra e termina quando a terra, o trabalho ou os recursos de capital foram esgotados.

ÁREA DE SUBSISTÊNCIA

Aprendizado do Colono e Comportamento na Alocação

A demanda de subsistência é determinada para o colono simulado pelo cálculo do número de hectares de culturas de subsistência necessárias para suprir as quantias de subsistência dessas culturas, inclusive uma margem de proteção contra colheitas pobres. O programa contém uma característica que permite aos colonos o aprendizado da experiência de todos os colonos na área, na estimativa de quanta terra será necessária para suprir as necessidades de subsistência, incluindo a margem para colheitas pobres. Essa característica pode ser incapacitada pelo usuário do programa, se desejar. Para fazer os ajustes do aprendizado, precisa-se computar o desvio padrão e médio de colheitas.

No primeiro ano (ou em execuções sem a característica de aprendizado) são usados a média esperada da colheita e o desvio padrão que entraram como parâmetros do programa. Esses valores iniciais são baseados em publicações oficiais de órgãos de colonização, presumivelmente correspondendo à aquilo que foi dito aos colonos para esperarem quando chegassem. A colheita esperada de arroz é de 1.500 kg/ha (Brasil, INCRA, 1972a: 195); para milho é de 1.500 kg/ha (p. 196); para feijão Phaseolus é de 800 kg/ha (p. 197); para feijão-de-corda Vigna também é presumido os mesmos 800 kg/ha; para mandioca brava é de 6.667 kg farinha/ha ano de crescimento (p. 196); e para macaxeira (mandioca doce) é presumida que é os mesmos 6.667 kg farinha/ha/ano de crescimento. Os desvios padrão são zero para todas as culturas, correspondendo à inexistência de variação nas colheitas. Nos anos subseqüentes, em execuções do programa com a característica de aprendizado, os desvios padrão e médio são ajustados de acordo com a experiência dos colonos simulados.

Margem de Segurança da área de Subsistência

Os hectares necessários para cada cultura de subsistência são calculados pela multiplicação das necessidades de subsistência do produto (calculada anteriormente) vezes o tamanho da família para o lote, acrescentando-se isso ao

produto do estatístico "z" do risco aceitável pelo colono e o desvio padrão esperado para colheitas da cultura e então corrigindo-se o resultado da deterioração esperada pela multiplicação pela soma da deterioração esperada mais um, e a divisão pela colheita mídia esperada para a cultura. O valor para a estatística "z" usado para calcular a margem de segurança que protege o colono contra o fracasso é calculado a partir de uma declaração oficial sobre o risco aceitável. Espera-se que no futuro sejam disponíveis melhores informações que reflitam o ponto de vista do próprio colono nesse item difícil de qualificar. O valor usado foi calculado a partir do Projeto RADAMBRASIL de classificação dos solos da área como tendo "boa produção" se estiverem "mostrando ligeiros riscos de estragos ou de fracasso na cultura devido à irregularidade na distribuição da chuva, com a probabilidade de ocorrência de uma vez em um período de cinco anos" (Brasil, RADAMBRASIL, 1974 Vol. 5: III/117). O período de cinco anos de média para um fracasso corresponde à probabilidade de 0,1294 de fracasso por ano, que corresponde à um valor estatístico "z" de 1,13.

No caso dos feijões, onde há dois tipos (feijão Phaseolus e o feijão-de-corda Vigna) e mandioca (doce e amarga), o tipo de feijão ou mandioca plantado para qualquer ano dado é selecionado e a colheita esperada correspondente a esse tipo é usada nos cálculos da área de subsistência. Um determinado colono só usa um desses tipos na simulação. A probabilidade do tipo Vigna (a probabilidade de que um colono plantará Vigna em vez de Phaseolus em um determinado ano, dado que um dos dois será plantado) é de 0,221, o que é baseado nas proporções das roças de "feijão" estudadas (120 roças de Phaseolus e 34 de roças de Vigna). A probabilidade do tipo mandioca doce (a probabilidade de que um colono plantará macaxeira (mandioca doce) em oposição à mandioca brava em um determinado ano, dado que uma das duas será plantada) é de 0,169, o que é baseado na proporção da variedade doce nas roças de mandioca estudadas (13 doce versus 64 amarga).

Para todas essas culturas (arroz, milho, "feijão" e mandioca) a área de subsistência requerida é calculada com o resultado dos kilogramas do produto para subsistência per cápita vezes o tamanho da família para o lote, mais o produto do estatístico "z" para fracasso aceitável e o desvio padrão esperado nas colheitas da cultura.

MODELANDO ALOCAçõES DE CULTURAS

Decisões de Consorciação

Uma vez tomada a decisão de alocar um trecho para uma dada cultura, o uso da terra precisa ser determinado, inclusive a consorciação com outras culturas. As decisões de consorciação são tomadas baseando-se nas probabilidades de dadas combinações aparecerem, dentro das restrições dos vinte e quatro usos de terra incluídos na simulação. As decisões de alocações originais são feitas na base de culturas simples, e

as culturas consorciadas são acrescentadas à essa cultura principal depois que é tomada a decisão de alocação.

A probabilidade de que o arroz seja plantado sozinho é de 0,43 (N=303 roças de arroz). A probabilidade de arroz consorciado com milho (solteiro, não milho + outra cultura) é de 0,41 (N=303 roças de arroz). A probabilidade de arroz consorciado com mandioca brava é de 0,07. A probabilidade de arroz com mandioca brava é calculada a partir da probabilidade geral de arroz com qualquer tipo de mandioca de 0,083 (25 de 303 roças de arroz) e a proporção de mandioca brava em roças de mandioca de qualquer tipo de consorciação, que é de 0,831 (64 roças de mandioca brava entre um total de 77 roças de mandioca). De maneira semelhante, a probabilidade usada para consorciação de arroz com mandioca doce (macaxeira) é de 0,01, calculado de 0,083 de probabilidade geral de arroz com mandioca e a proporção geral de macaxeira de 0,169. A probabilidade usada de arroz com ambos, milho e mandioca brava foi de 0,04, que é calculado a partir da probabilidade geral de arroz com milho e mandioca de 0,046 e a proporção geral de mandioca doce de 0,169. A probabilidade de arroz consorciado com capim é de 0,03, que é baseado na probabilidade de arroz com capim de 0,026 (8 de 303 roças de arroz) e probabilidade de arroz com capim e milho de 0,003 (1 de 303 roças de arroz, uma combinação não incluída explicitamente na simulação).

A probabilidade de Phaseolus plantado sozinho (em oposição ao plantado com milho verde; milho seco não é contado como uma cultura consorciada) é de 0,90 (N=120 roças de Phaseolus). Esse valor para Phaseolus sozinho na realidade inclui algumas outras combinações não explicitamente incluídas na simulação: 0,808 foi de Phaseolus sozinho, 0,067 foi de Phaseolus com mandioca, 0,008 foi de Phaseolus com milho seco e 0,075 foi de Phaseolus com outras culturas. Este é o único parâmetro de Phaseolus usado; o valor usado é menor que um, como no caso da soma das probabilidades das combinações de arroz. O remanescente (0,10) representa a probabilidade de Phaseolus ser plantado com milho verde. Isto é baseado na probabilidade de 0,092 para Phaseolus com milho verde somente (11 entre 120 roças de Phaseolus) e a probabilidade de 0,008 de Phaseolus com ambos, milho verde e mandioca (1 entre 120 roças de Phaseolus, uma combinação não incluída explicitamente na simulação).

A probabilidade de Vigna sozinho é 0,32 (N=34 roças de Vigna). Essa é a probabilidade de Vigna ser plantado, ou sozinho ou com outras culturas além de milho, verde ou seco. As probabilidades para qualquer uma das combinações são 0,147 para Vigna com mandioca e 0,147 para Vigna com outras culturas. Como a probabilidade de Vigna "sozinho" é a única probabilidade de consorciação usada como um parâmetro de entrada, a diferença entre isso e 1,000 representa a probabilidade de Vigna ser consorciado com milho, verde ou seco. Essa probabilidade é 0,68, que é baseada nas probabilidades de 0,206 para Vigna com milho seco, 0,235 para Vigna com milho verde, 0,000 para Vigna com milho

seco e mandioca, e 0,235 para Vigna com milho verde e mandioca (N=34 roças de Vigna).

A probabilidade para mandioca brava sozinha ou com outras culturas além de arroz ou milho é 0,62 (N=64 roças de mandioca brava) e a probabilidade de mandioca brava com milho é 0,08 (5 de 64 roças de mandioca brava). Essas probabilidades não somam um, a probabilidade restante de 0,30 representando a probabilidade da mandioca brava com arroz e milho (19 de 64 roças de mandioca brava).

A probabilidade da macaxeira (mandioca doce) ser plantada sozinha ou com outras culturas além de arroz ou milho é 0,91 (10 de 11 roças de macaxeira) e a probabilidade de macaxeira consorciada com milho é também 0,00 (0 de 11 roças de macaxeira). Essas probabilidades não somam um, sendo a probabilidade remanescente de 0,09 (1 de 11 roças de macaxeira) de macaxeira com arroz e milho.

As decisões de consorciação não são incluídas separadamente para milho a fim de evitar duplicação com as decisões de consorciação com outras culturas. Alocações que são feitas explicitamente com milho como a principal cultura são, portanto, designadas como milho sozinho e todo o milho que é consorciado é o resultado de designações com outras culturas como a cultura principal.

Alocações para cacau, pimenta-do-reino, pastagem sem animais e pastagem com animais são feitas diretamente sem consorciação.

Restrições da Mão-de-Obra e do Capital

São determinadas primeiramente as operações necessárias para a instalação do uso de terra proposto. Por exemplo, se o uso de terra proposto é arroz e o uso presente da terra é floresta virgem, o custeio tanto da derrubada virgem como do arroz (plantar, capinar e colher, incluindo empilhar e bater ou trilhar) precisa ser conferido. Existem quinze operações consideradas no programa: 1) derrubada; 2) roçagem (derrubada da vegetação secundária) (vegetação secundária é definida como não cultivado pelo menos há oito meses); 3) limpa de mato (sendo mato definido como não cultivado por 2-8 meses) 4) custeio de arroz (incluindo plantar, capinar e colher, mas não a derrubada de vegetação secundária ou limpeza de mato, como no caso do custeio nos empréstimos bancários 5) custeio do milho; 6) custeio de feijão Phaseolus ou Vigna; 7) custeio de mandioca doce ou brava (incluindo a produção da farinha para o controle de mão-de-obra mas não de capital; 8) estabelecimento do cacau; 9) estabelecimento de pimenta-do-reino; 10) estabelecimento de pastagem sem animais (plantio, não incluindo a construção de cercas ou currais); 11) estabelecimento de pastagem com animais (incluindo as cercas e currais); 12) manutenção do cacau (não incluindo o custo de fertilizantes); 13) manutenção do pimenta-do-reino (não incluindo o custo de fertilizantes); 14) manutenção de pastagem sem animais; e 15) manutenção de pastagem com

animais. Os controles exigem parâmetro para a necessidade de mão-de-obra total (Tabela A.10), necessidade de mão-de-obra masculina (Tabela A.11) e custos fixos para cada operação. As necessidades de mão-de-obra para as tarefas que compreendem cada operação são resumidas na Tabela A.12 e as necessidades de custo fixo são dadas na Tabela A.13.

(Tabela A-10)

TABELA A.10. MÃO-DE-OBRA TOTAL REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS POR MÊS

OPERAÇÃO	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Corte												
1. Floresta virgem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	6,9	8,0	0,0	0,0
2. Capoeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	4,8	0,0
3. Mato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,7	0,0
Culturas												
4. Arroz(a)	6,2	3,7	3,7	0,0	0,0	14,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Milho(a)	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0	0,0	0,0	2,0
6. Feijão(a)	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	6,2	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Mandioca(b)	0,0	20,3	20,3	20,3	20,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	20,3
Estabelecimento												
8. Cacau	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	6,0	0,0	22,0	22,0
9. Pimenta-do-reino	27,0	13,5	1,5	4,5	12,0	0,0	46,3	46,3	10,0	30,0	24,0	0,0
10. Pasto sim animais	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Pasto com animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Manutenção												
12. Cacau	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
13. Pimenta-do-reino	1,5	9,0	2,5	1,5	0,0	11,5	1,5	9,0	2,5	0,0	9,0	2,5
14. Pasto sim animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Pasto com animais	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,1	4,1	0,6	0,6	0,6	0,6

FONTE: Fearnside, 1980b.
NOTA: Mão-de-obra total requerida (independente de idade e sexo) em equivalentes de dia de homem/ha (veja texto para justificativa)

(a) Plantío, limpeza e colheita.
(b) Plantío, limpeza, colheita, e preparação de farinha

(Tabela A-11)

TABLA A.11. MÃO-DE-OBRA MASCULINA REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS POR MÊS

OPERAÇÃO	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Corte												
1. Floresta virgem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	6,9	8,0	0,0	0,0
2. Capoeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	4,8	0,0
3. Mato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,7	0,0
Culturas												
4. Arroz(a)	6,2	3,7	3,7	0,0	0,0	14,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Milho(b)	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	0,0	2,0
6. Feijão(a)	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	6,2	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Mandioca(b)	0,0	10,8	10,8	10,8	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	20,3
Estabelecimento												
8. Cacau	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	6,0	0,0	22,0	22,0
9. Pimenta-do-reino	27,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	46,3	46,3	10,0	30,0	24,0	0,0
10. Pasto sim animais	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Pasto com animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Manutenção												
12. Cacau	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
13. Pimenta-do-reino	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	10,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14. Pasto sim animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Pasto com animais	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,1	4,1	0,6	0,6	0,6	0,6

FONTE: Fearnside, 1980b.

NOTA: Mão-de-obra masculina requerida (homens adultos com pelo menos 18 anos) em dias de homem/ha (veja texto para justificativa).

(a) Plantío, limpeza e colheita.

(b) Plantío, limpeza, colheita, e preparação de farinha

(Tabela A-12)

TABELA A.12 MÃO-DE-OBRA REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Operação	Tarefa	Meses	Mão-de-obra total média requerida (dias de homem/ha)	DP	N	Fonte	Mão-de-obra masculino (% do total)	Notas
CORTE								
1. Floresta virgem	Broca	Jul., Ago.	11,45	7,04	21	Dados de campo	100	
	Derrubada	Ago., Set.	9,34	3,65	12	Dados de campo	100	
	Queimada	Out.	1,69	3,80	15	Dados de campo	100	
	Coivara	Out.	6,26	8,86	200	Dados de campo	100	Empilhamento de material não queimado para uma segunda queimada
	Corte	Set., Out.	20,0	----	1	Dados de campo	100	
2. Capoeira	Coivara	Nov.	4,79	7,06	40	Dados de campo	100	
3. Mato	Corte	Out.	7,00	5,18	6	Dados de campo	100	Preparação para plantio de arroz
	Coivara	Nov.	1,66	2,32	12	Dados de campo	100	
CULTURAS								
4. Arroz	Plantio	Jan.	6,23	6,26	13	Dados de campo	100	
	Capina	Fev., Mar.	7,40	5,40	207	Dados de campo	100	
	Colheita	Jun.	14,08	10,14	12	Dados de campo	100	
	Trilhagem	Jul.	4,07	1,26	4	Dados de campo	100	Para trilhagem manual. Para trilhagem com máquina requer 2 dias de homem/ha (Smith, 1976b: 158)
5. Milho	Plantío	Dez.	2,0			Smith, 1976b: 194	100	Presumido milho solteiro

	Capina	Fev., Mar.	9,93	9,43	141	Dados de campo	0	
	Colheita	Ago.	5			Smith, 1976b: 194	50	
	Remoção de sementes	Set.	5			Smith, 1976b: 194	50	
6. Feijão (*Phaseolus* ou *Vigna*)	Limpa	Abr.	10.9	(veja nota)				Limpa (limpeza de mato herbáceo em preparação para plantio) não é considerado como uma operação de "corte" no caso de feijão; Pontos médios entre as médias para as duas espécies usadas para necessidades
	Phaseolus		14.8	10,3	10	Dados de campo	100	
	Vigna		7.0	3,00	3	Dados de campo	100	
	Plantio	Abr.		(veja nota)				
	Phaseolus		2,49	1,16	2	Dados de campo	0	
	Vigna		2,49		0			
	Capina	Jun., Jul.	12,34	(veja nota)				
	Phaseolus		9,54	7,50	63	Dados de campo	0	
	Vigna		15,16	20,07	22	Dados de campo	0	
	Colheita	Jul.						
	Phaseolus		4,96	----	1	Dados de campo	100	
	Vigna		4,96		0			
7. Mandioca (brava ou macaxeira)	Plantio	Fev. - Mai.	4,07	4,39	2	Dados de campo	100	Todos os valores corregidos para dar mão-de-obra requerida por ano usando a média do período de crescimento de mandioca brava de 1,29 anos (DP=0,53, N=64); mão-de-obra para preparação de farinha baseado no rendimento médio de mandioca brava de 3.617,7 kg farinha/ha/ano de crescimento (DP=2.002,2, N=15) de dados de campo, e mão-de-obra de beneficiamento de 37 kg/dia de homem (Smith, 1976b: 158)
	Capina	Nov. - Dez.	8,53	6,05	27	Dados de campo	0	
	Colheita	(Toda mão-de-obra distribuída entre os 6 meses com menos trabalho)	11,63	----	1	Dados de campo	100	
	Fabricação de farinha		97,77			Dados de campo; Smith, 1967b: 158	50	

ESTABELECIMENTO

8. Cacau	Preparo da área	Dez.	12,0	Todos os números de: Brasil, INCRA, 1972a: 168	100	Valores de mão-de-obra calculados de equivalentes de mão-de-obra familiar dado para famílias de 2,5 adultos masculinos, derivado usando a mesma tabela de equivalentes usado no presente trabalho (Tabela A.37)
	Sombreamento provisório	Dez.	10,0		100	
	Sombreamento definitivo	Jan.	4,0		100	
	Construção de viveiro	Ago.	5,0		100	
	Enchimento de sacos plásticos	Ago.	6,0		0	
	Plantio de sementes	Ago.	4,0		0	
	Cuidado de mudas	Set.	6,0		0	
	Buracos para mudas	Nov.	16,0		100	
	Adubação	Nov.	2,0		100	
	Plantio de mudas	Jan.	16,0		100	
	Calagem	Nov.	4,0		100	
9. Pimenta-do-reino	Plantio de mudas (estacas) e adubação	Jan.	27,0	Todos os números de: Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	
	Capina durante estabelecimento	Fev.	9,0		0	
	Formação de montes de solo	Fev., Abr.	12,0		0	
	Tratamentos	Mar.	1,5		100	
	Cobertura morta	Mai.	12,0		0	
	Corte de estacas (tutores)	Jul.	46,3	Presunção	100	20 minutos/poste
	Transporte de estacas (tutores)	Ago.	46,3	Presunção	100	20 minutos/poste
	Limpeza da área	Set.	10,0		100	
	Buracos para mudas	Out.	30,0	Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	13 minutos/buraco
	Colocação de	Nov.	24,0		100	10 minutos/poste

	estacas (tutores)							
10. Pasto sim animais	Coleta de sementes	Jan.	2,3	---	1	Dados de campo	100	3 dias de homem/saco de 60 kg, suficiente para semearar 1,3 ha de *Panicum maximum*.
11. Pasto com animais	Corte de estacas para cerca	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 min./poste (espaçamento de 5 m, área do campo=22,7 ha, N=1).
	Transporte de estacas	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 minutos/poste
	Abertura de buracos	Jul. - Ago.	0,58			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	13 min.buraco, valor para postes de pimenta-do-reino
	Colocação de estacas	Jul. - Ago.	0,46			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	Para postes de pimenta-do-reino
	Colocação de arame	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 minutos/poste
	Construção de curral	Jul. - Ago.	4,76	---	1	Dados de campo	100	Curral de 150 m^2
MANUTENÇÃO								
12. Cacau	Adubação	Todas as tarefas distribuídas ao longo do ano inteiro	16,67			Brasil, ACAR-PARÁ, Unidade Operacional Altamira VI, s/d-b [ca. 1974]	100	Convertido do valor em días de homem/1.000 plântulas, usando a densidade recomendada de 1.111 árvores/ha
	Polvilhação		13,33				100	
	Poda		11,11				100	
	Colheita e beneficiamento		48,89				50	
	Capina		17,78				0	
13. Pimenta-do-reino	Capina	Feb., Jun., Ago., Nov.	35			Brasil, INCRA, 1972a: 169	0	
	Poda	Mai., Jun., Set., Dez.	10				100	
	Polvilhação	Jan., Abr., Jul.	6				100	

14. Pasto sim animais	Corte de vegetação secundária invasora	Jul., Ago.	2			Presunção	100	Baseado na baixo padrão de manutenção na área
15. Pasto com animais	Reparos e cuidado do rebanho	Todos os meses	6,60		2	Fearnside & Rankin, 1973, notas de campo	100	De duas fazendas cerca de Santarém
	Corte de vegetação secundária invasora	Jul., Ago.	7,00	5,18	6	Dados de campo	100	Presumido igual à porção referente a corte na operação de corte

FONTE: Fearnside, 1980b (1982b).

(Tabela A-13)

TABELA A.13. CUSTOS MONETÁRIOS FIXOS PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Operação	Item	Custo (Cr75$/ha)	DP	N	Observações
Corte					
1) Floresta virgem	Ferramentas	0			O custo de ferramentas manuais não parece colocar um limite significativo usando-se mão-de-obra familiar. Obs.: moto-serras podem ser substituídas aproximadamente ao mesmo custo por hectare por mão-de-obra contratada e portanto não está incluída explicitamente no programa.
2) Capoeira	Ferramentas	0			
3) Mato					
Culturas					
4) Arroz	Químicos em pilhas de arroz colhido	17,75	18,59	8	Custo por sacos para todas as culturas é deduzido do preço de venda em vez de ser considerado como um custo fixo que pode agir com um pré-requisito para o plantio, pois os sacos podem freqüentemente ser obtidos a credito na época da colheita.

5) Milho	Químicos, etc.	0	0	4	
6) Feijão (*Phaseolus* ou *Vigna*)	Químicos no tratamento da semente	7,60	--	2	
7) Mandioca (brava ou doce)	Cultivo	0			Custos do processamento (depreciação e operação do equipamento) são deduzidos dos preços de venda na simução--não é um pré-requisito para o plantio. Na rodovia Transamazônica os colonos que não têm equipamento podem usar a casa de farinha do vizinho em troca de 30% da produção.
	Fabricação de farinha	0			
Estabelecimento					
8) Cacau	Aldrin (6 kg)	74			De: Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI e CEPLAC, s/d.(*Ca*. 1974). Valores convertidos para Cr75$.
	Construções rústicas	77			
	Sacos plásticos	82			
	Pulverizador	315			
9) Pimenta-do-reino	Químicos, etc.	16,38			De: Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973. Valor convertido pa-

					ra Cr75$. Presume a densida- de recomendada de 1.111 plantas/ha.
10)	Pastagem sem animais	Sementes, ferramen- tas, etc	0		Não é considerado uma bar- reira significativa para o plantio.
11)	Pastagem com animais	Arame pa- ra cercas	74,34		Cerca de 4-arames baseado no preço de Altamira: Cr$350 por rolo de 500 m em fevereiro de 1975
		Gado	459,00		Cr75$2.500/cabeça preço de compra + Cr75$200/cabeça para transporte, presumindo-se a taxa do estoque a 0,17 cabeça/ha.
		Arame para curral	154,17	-- 1	

Manutenção

12)	Cacau	Trata- mento químico	61,52		40 kg/ha/ano de 1% inseticida BHC ao custo de Cr$1,00/kg em 1974 (Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI; e CEPLAC, s/d.(*Ca*. 1974). Nota: a depreciação do equipamento calculada em outra parte do programa.
13)	Pimenta- do- reino	Químicos + ferti- lizante	995,12		Insumos para 1.000 plantas são 15 kg de fungicida "Cuprovit" ou "Cuprosan", 1 litro de inseticida 100% "Malatol", 12 kg de insetici-

				da "Dithane M-45", 600 kg de fertilizante NPK, 4 litros de "Novapol", 3.000 kg de torta de mamona *Ricinus communis*, 500 kg de calcário dolomítico e 500 kg de farinha de osso (Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973). Correção feita para a inflação e para a densidade recomendada de 1.111 plantas/ha.
14)	Pastagem sem animais	Ferramentas etc.	0	Não é considerado uma limitação significativa.
15)	Pastagem com animais	Reparos de cercas, remédios, etc.	300,00	Presumido.

FONTE: Fearnside, 1980d, 1982b.

O primeiro controle feito é para a possibilidade de trabalho total sem mão-de-obra contratada. Para cada mês a necessidade de mão-de-obra total, calculada a partir das necessidades de mão-de-obra total mostrada na Tabela A.10 para a operação em questão e o tamanho do trecho, é subtraída dos valores para o suprimento de mão-de-obra para o mês. Se o suprimento da mão-de-obra da família for insuficiente, então a quantia de mão-de-obra suplementar contratada é determinada, junto com seu custo, baseado no custo de mão-de-obra para aquele mês. Os custos de mão-de-obra são baseados nas taxas vigentes no ano agrícola de 1974-1975, que era de Cr$15/dia para todos os meses exceto para o período da colheita do arroz (junho) e o período da derrubada (agosto-setembro), que era de Cr$20/dia (sem comida incluída no acerto para nenhuma das taxas). Se a quantidade de capital para o lote não for suficiente para pagar a mão-de-obra contratada, então o controle de suficiência de mão-de-obra e de capital será mal sucedido.

Se os suprimentos de mão-de-obra total são adequados, é feito um controle das necessidades de mão-de-obra masculina para determinar se é necessária mão-de-obra contratada adicional antes do retorno de um controle bem sucedido de suficiência de mão-de-obra. A mão-de-obra masculina disponível para cada mês é calculada a partir da mão-de-obra da família mais mão-de-obra contratada (toda a mão-de-obra contratada é considerada masculino adulto), menos a necessidade de mão-de-obra masculina como calculada a partir do produto da necessidade de mão-de-obra masculina por-hectare e o tamanho do trecho. Se a mão-de-obra masculina for insuficiente, então é testada a possibilidade de contratação de mão-de-obra externa para satisfazer essa necessidade. Se a quantidade de capital for maior do que o custo da mão-de-obra vezes o valor absoluto do déficit da mão-de-obra masculina para o mês, então a mão-de-obra é contratada com ajustes apropriados do capital. De outra forma o controle não é bem sucedido. Se a contratação da mão-de-obra para resolver o déficit da mão-de-obra masculina for praticável, então o produto do custo da mão-de-obra e dia de homem necessário é subtraído da quantidade de capital, e o valor para a quantia de mão-de-obra contratada usada é atualizada para refletir a contratação.

A viabilidade em termos de custos fixos de capital é a última necessidade verificada. Para isso, o capital é reduzido pelo produto do custo fixo por hectare para a operação, mês e tamanho do trecho. Se o capital torna-se negativo, então o controle não é bem sucedido. Se o controle foi bem sucedido até esse ponto, então é feita uma determinação da necessidade ou não de um segundo ciclo de controle.

Se a operação que acaba de ser controlada for a primeira parte de uma operação de duas partes, como uma cultura anual

em uma locação de floresta virgem, onde é preciso ser feito um controle para a operação de derrubada e outro para as necessidades do plantio até a colheita, então a operação (uma operação de corte) é re-designada (como uma operação de cultura) e os controles descritos acima de mão-de-obra total, mão-de-obra masculina e custos fixos são executados na nova operação. Se o controle não for bem sucedido em qualquer ponto, então o resultado que não foi bem sucedido é indicado para o uso da terra.

Escolhas da Cultura Comercial

A probabilidade do uso de várias culturas como culturas comerciais é determinada para o lote simulado usando-se as probabilidades para culturas simples (não combinações de culturas consorciadas) serem usadas como comerciais, baseando-se nas freqüências observadas entre os colonos que seguem cada um dos quatro padrões de uso da terra na rodovia Transamazônica. As probabilidades do uso da terra empregadas como parâmetros para o programa foram calculadas a partir de dados como o quociente do número de anos de hectare em cultura comercial de cada cultura em um dado padrão de uso da terra dividido pelo total dos anos de hectare em cultura comercial para aquele padrão de uso da terra. "Hectares comerciais" são áreas em excesso dos valores considerados razoáveis para as necessidades de subsistência somente dependendo da cultura. Essas áreas são para a designação de culturas simples, não combinações de consorciação. A divisão entre áreas de subsistência e comércio foi de 0,5 ha no caso de arroz, milho, Phaseolus e Vigna; 0,2 ha no caso da mandioca brava e da macaxeira e 0,0 ha no caso do cacau, pimenta-do-reino, pastagem sem animais e pastagem com animais. "Anos de hectare comercial" é o produto dos hectares comerciais e o número de anos de colono nos quais a terra foi alocada para essa cultura (ver Tabela 4.5).

Modelando Mudanças do Solo

QUALIDADES DE QUEIMADA

A distribuição dos meses de derrubada é apresentada na Tabela A-14.

(Tabela A.14)

TABELA A.14. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DA DERRUBADA DA FLORESTA VIRGEM

	Mês								
Item	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Número	1	2	16	31	180	82	37	14	363
Porcentagem	0,3	0,6	4,4	8,5	49,5	22,6	10,2	3,9	100

FONTE: Fearnside, s/d-d (1986f).
Média dos dias entre derrubada e queimada = 44,1 (DP = 65,3, N = 138).

Queimadas virgens simuladas são classificadas como "más" ou "boas" dependendo se a Equação A.5 ou A.6 der o valor maior.

$$Y = 3{,}2459 \times 10^{-3} A - 3{,}5933 \times 10^{-3} B + 3{,}4928 \times 10^{-3} C + 7{,}7949 \times 10^{-2} D + 1{,}5809 \times 10^{-1} E + 3{,}8381 \times 10^{-2} F - 6{,}1617 \qquad \text{Equação A.5}$$

onde:

Y = discriminador de má queimada
A = chuva entre derrubada e queimada (mm)
B = evaporação entre derrubada e queimada (horas)
C = insolação entre derrubada e queimada (horas)
D = chuva em 15 dias antes da queima (mm)
E = evaporação em 15 dias antes da queima (mm)
F = insolação em 15 dias antes da queima (horas)
(variância geral = $2{,}43 \times 10^{22}$, N=76).

$$Y = 1{,}2662 \times 10^{-3} A - 5{,}2735 \times 10^{-5} B + 2{,}5793 \times 10^{-3} C + 8{,}8626 \times 10^{-2} D + 1{,}827 \times 10^{-2} E + 3{,}1593 \times 10^{-2} F - 7{,}5752 \qquad \text{Equação A.6}$$

onde:
Y = discriminador de queimada boa
A - F = o mesmo que na Equação A.5
(variância geral = $2{,}26 \times 10^{20}$, N=171).

Estatísticas para funções disriminantes (Equações A.5 e A.6):

Distância Mahalanobis (D^2) = 0,686, estatística F = 5,89, $p<0{,}001$; Igualdade de covariâncias: gl = 21, 93.234, estatística F = 22,47, $p<0{,}0001$. Casos corretamente previstos = 74%, N=247.

(Tabela A.15)

TABELA A.15. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DO CORTE E QUEIMA DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA

Item	*Mês*								
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Total
				Corte					
Número	1	8	8	39	24	20	10	1	111
Porcentagem	0,9	7,2	7,2	35,1	21,6	18,0	9,0	0,9	100
				Queima					
Número	0	0	4	10	50	37	13	5	119
Porcentagem	0	0	3,4	8,4	42,0	31,1	10,9	4,2	100

FONTE: Fearnside, s/d-d (1986f).
Média de dias entre o corte e a queima = 52,6 (DP = 96,1, N = 79).

As queimadas simuladas de vegetação secundária são classificadas entre "más" e "boas" usando como funções discriminantes as Equações A.7 e A.8:

$$Y = 4{,}8378 \times 10^{-4} A - 1{,}3939 \times 10^{-2} B + 2{,}9030 \times 10^{-3} C - 1{,}3692 \times 10^{-1} \quad \text{Equação A.7}$$

onde:

Y = discriminador de má queimada
A = chuva entre corte e queima (mm)
B = evaporação entre corte e queima (mm)
C = insolação entre corte e queima (horas)
(variância geral = $9{,}92 \times 10^{11}$, N=31).

$$Y = -3{,}3761 \times 10^{-3} A - 2{,}0641 \times 10^{-2} B + 6{,}0930 \times 10^{-4} C - 1{,}0033 \quad \text{Equação A.8}$$

onde:

Y = discriminador de boa queimada
A - C = o mesmo que na Equação A.7
(variância geral = $1{,}29 \times 10^{13}$, N=23).

Estatísticas para as funções discriminantes (Equações A.7 e A.8): Distância Mahalanobis (D^2) = 0,566, estatística F = 2,39, $\underline{p}$ = 0,8; Igualdade de covariâncias: gl=6, 15.499, estatística F = 5,78, $\underline{p}$<0,0001. Casos preditos corretamente = 65%, N=54.

MUDANÇAS NO SOLO PELA QUEIMADA

Queimadas de Floresta Virgem

As mudanças das características do solo com a queimada podem ser modeladas com o seguinte conjunto de equações. Nos casos em que a qualidade da queimada representa um fator significativo, isso é representado em equações de regressão múltipla através de variáveis "dummy" (Draper & Smith, 1966: 134-141). Essas variáveis apresentam os efeitos de queimadas "boas" e "más" recebendo os valores de -1,0 e 1,0, respectivamente.

MUDANÇAS NO pH

As previsões das mudanças do pH devem ser feitas separadamente, dependendo da faixa de valores do pH inicial. As mudanças do pH para casos com um pH inicial de menos que 4,0 são dados por

$$Y = 1{,}538 - 0{,}266 A - 0{,}230 B \quad \text{Equação A.9}$$

onde:

Y = mudança do pH
A = variável "dummy" de qualidade de queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)
B = Al^{+++} inicial (meq/100g)
(p<0,0001, r=0,69, EP=0,609, N=87).

Nos casos em que o pH inicial for de 4,0 até 5,0, a mudança de pH com queimada virgem é dado por:

$$Y = 1,888 - 3,11 \times 10^{-2} A - 6,68 \times 10^{-2} \quad \text{Equação A.10}$$

onde:

Y = mudança de pH
A = argila total inicial (% peso seco)
B = erosão prevista por ano (mm)
(p<0,0001, r=0,54, EP=0,714, N=67).

Nos casos com um pH maior do que 5,0, a mudança do pH com queimadas virgens é dado por:

$$Y = 5,207 - 0,180 A - 0,814 B - 6,09 \times 10^{-4} C \quad \text{Equação A.11}$$

onde:
Y = mudança de pH
A = variável "dummy" da qualidade de queimada virgem (+1 para má; -1 para boa)
B = pH inicial
C = dias em culturas anuais
(p<0,0001, r=0,56, EP=0,717, N=180).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = 0,295 - 0,222 A - 0,224 B \quad \text{Equação A.12}$$

onde:
Y = mudança do alumínio (meq/100g)
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
B = variável "dummy" da qualidade da queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)

MUDANÇAS NO FÓSFORO

As mudanças do fósforo com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = -0,778 + 0,677\ A - 0,357\ B \qquad \text{Equação A.13}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = mudança prevista do fósforo a partir dos efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)
B = variável "dummy" de qualidade de queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)
($p<0,0001$, $r=0,46$, EP= 3,255, N=473).

MUDANÇAS NO NITROGÊNIO

Mudanças no nitrogênio com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = -5,80 \times 10^{-2} - 0,654\ A + 4,89 \times 10^{-2}\ B + 2,63 \times 10^{-2}\ C \qquad \text{Equação A.14}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)
A = nitrogênio inicial (% peso seco)
B = carbono inicial (% peso seco)
C = pH inicial
($p<0,01$, $r=0,46$, EP=$5,88 \times 10^{-2}$, N=52).

MUDANÇAS NO CARBONO

As mudanças do carbono são calculadas usando-se a mesma relação empregada para as mudanças do carbono em roças não queimadas e outros tipos de roças (Equação A.27). A mesma relação também vale para queimadas de vegetação secundária e de mato.

Queimadas de Vegetação Secundária

MUDANÇAS NO pH

Mudanças no pH com a queimada da vegetação secundária (roças com pelo menos oito meses de pousio) são dadas por:

$$Y = 3,4817 - 0,22603\ A - 0,23129\ B - 0,51758\ C - 3,2683 \times 10^{-4}\ D \qquad \text{Equação A.15}$$

onde:

Y = mudança do pH
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
B = mudança do alumínio (meq/100g)
C = pH inicial
D = dias em culturas anuais
(p=0,0001, r=0,51, EP=0,646, N=91).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio sob queimadas de vegetação secundária são dadas por:

Y = 0,16551 - 0,26687 A Equação A.16

onde:

Y = mudanças do alumínio (meq/100g)
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
($p<0,05$, r=0,37, EP=1,53, N=42).

MUDANÇAS NO FÓSFORO

As mudanças no fósforo sob queimadas de vegetação secundária são dadas por:

Y = -1,5170 + 0,74065 A - 0,83055 B Equação A.17

onde:

Y = mudanças do fósforo (ppm)
A = mudanças previstas do fósforo a partir de regressão para efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)
B = variável "dummy" de qualidade de queimada da vegetação secundária (+1 se for má; -1 se for boa)
($p<0,0001$, r=0,56, EP=2,620, N=78).

Queimadas de Mato

Os efeitos da queima do mato, definido como roças com menos de oito meses de pousío, podem ser previstas com o seguinte conjunto de equações. A qualidade de queimada do mato não tem um efeito significativo sobre nenhuma dessas mudanças de fertilidade do solo.

MUDANÇAS NO pH

As mudanças no pH com a queimada do mato são dadas por:

Y = 2,9749 - 0,16504 A - 0,51659 B Equação A.18

onde:

Y = mudança do pH

A = pH inicial

B = Al^{+++} inicial (meq/100g)

(p<0,001, r=0,51, EP=0,74525, N=62).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio com a queimada do mato são dadas por:

$$Y = 0,55043 - 0,39232\ B \qquad \text{Equação A.19}$$

onde:

Y = mudança do alumínio (meq/100g)

A = alumínio inicial (meq/100g)

(p<0,05, r=0,43, EP=1,8503, N=28).

MUDANÇAS NO FÓSFORO

A probabilidade de que não haja mudança no fósforo com a queimada do mato é de 0,262 (N=61). Para mudanças que não sejam de magnitude zero, a mudança pode ser prevista por:

$$Y = 3,9375 + 1,2668\ A \qquad \text{Equação A.20}$$

onde:

Y = mudança no fósforo (ppm)

A = mudança do fósforo por ano, prevista através de regres- são para efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)

(p<0,0001, r=0,50, EP=5,0023, N=45).

MUDANÇAS NO SOLO SEM A QUEIMA

As mudanças do solo sob usos de terra que não sejam a pastagem e que resultam de outros processos além da queimada são apresentados pelas equações que se seguem. As mudanças do solo são para períodos de um ano. As mudanças do pH são dadas por:

$$Y = 1,8594 - 0,4187\ A \qquad \text{Equação A.21}$$

onde:

Y = mudança do pH

A = pH da roça no come,o do ano

(p<0,0001, r=0,48, EP=0,8418, N=270).

Mudanças do alumínio em concentração são dadas por:

$$Y = 4{,}8516 \times 10^{-6} - 1{,}5033 \times 10^{-5} A - 1{,}5132 \times 10^{-4} B \qquad \text{Equação A.22}$$

onde:

Y = mudança do Al^{+++} (meq/100g)
A = Al^{+++} da roça no começo do ano (meq/100g)
B = mudança do pH
($p<0{,}0001$, $r=0{,}53$, EP=$1{,}4465 \times 10^{-4}$, N=97).

A equação acima exclui roças com alumínio igual a zero nas condições tanto de "antes" quanto de "depois".

Para predizer a mudança do fósforo, são necessárias relações separadas dependendo da faixa de valores do nível inicial de fósforo. Para níveis iniciais de fósforo de 1 ppm de fósforo total, a probabilidade de mudança zero é de 0,648 (N=108). Mudanças não zero são dadas por:

$$Y = -3{,}4733 + 1{,}4143 A \qquad \text{Equação A.23}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = mudança do pH da roça no come,o do ano
($p<0{,}001$, $r=0{,}58$, EP=1,9841, N=34).

Mudanças do fósforo (P total) nos casos em que o nível inicial do fósforo está na faixa de 2 - 9 ppm são dadas por:

$$Y = 2{,}1671 + 0{,}97151 A - 1{,}0405 B + 2{,}22395 \times 10^{-2} C \qquad \text{Equação A.24}$$

onde:

Y = fósforo (ppm)
A = mudança do pH
B = fósforo da roça no come,o do ano (ppm)
C = Proporção do tempo que a roça ficou nua ou em culturas anuais
($p<0{,}0001$, $r=0{,}69$, EP=2,5049, N=139).

As mudanças do fósforo nos casos em que o nível inicial do fósforo é de 10 ppm ou mais são dadas por:

$$Y = 6{,}8086 - 1{,}4363 A \qquad \text{Equação A.25}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)

A = nível do fósforo no começo do ano (ppm)

(p=0,0001, r=0,86, EP=6,5830, N=13).

As mudanças do nitrogênio (N total), excluindo as roças em pousío por três anos ou mais, são dadas por:

$$Y = -7{,}0371 \times 10^{-2} - 0{,}77136\,A + 9{,}1644 \times 10^{-2}\,B - 3{,}3756 \times 10^{-5}\,C - 1{,}2951 \times 10^{-2}\,D + 4{,}1763 \times 10^{-5}\,E \qquad \text{Equação A.26}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)

A = nitrogênio inicial (% peso seco

B = carbono inicial (% peso seco)

C = dias em culturas anuais

D = pH inicial

E = dias de pousío

(p<0,0001, r=0,77, EP=$3{,}6064 \times 10^{-2}$, N=114).

A mudança do carbono é dada pela Equação A.27. Nesse caso, em vez de excluir todos as pastagens, foram excluídos as roças com pastagens presentes durante mais de 25% do intervalo de comparação.

$$Y = 0{,}1156 + 4{,}3151\,A - 0{,}52549\,B + 3{,}8721\,C \qquad \text{Equação A.27}$$

onde:

Y = mudança do carbono (% peso seco)

A = mudança do nitrogênio (% peso seco)

B = carbono inicial (% peso seco)

C = nitrogênio inicial (% peso seco)

(p<0,0001, r=0,69, EP=0,21106, N=193).

A equação da mudança do carbono é usada para todas as roças, incluindo as roças queimadas e pastagem.

MUDANÇAS NO SOLO SOB PASTAGEM

As mudanças do solo sob pastagem são simuladas usando-se as seguintes equações. As mudanças incluem o sinal da

mudança. As mudanças do fósforo sob pastagem são dadas por:

$$Y = 1,28 - 0,622\ A \qquad \text{Equação A.28}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = fósforo inicial (ppm)
($p<0,05$, $r=0,76$, $EP=1,23$, $N=10$).

As mudanças do nitrogênio sob pastagem são dadas por:

$$Y = 0,094 - 0,691\ A \qquad \text{Equação A.29}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)
A = nitrogênio inicial (% peso seco)
($p<0,05$, $r=0,73$, $EP=0,059$, $N=10$).

Mudanças do carbono sob pastagem são dadas pela Equação A.30. Deve-se notar que uma distribuição desigual dos valores do carbono inicial torna essa relação não confiável.

$$Y = 0,853 - 0,655\ A \qquad \text{Equação A.30}$$

onde:

Y = mudança do carbono (% peso seco)
A = carbono inicial (% peso seco)
($p<0,05$, $r=0,76$, $EP=0,383$, $N=10$).

Mudanças no pH são dadas por:

$$Y = 3,139 - 0,875\ A - 0,547\ B \qquad \text{Equação A.31}$$

onde:

Y = mudança no pH
A = pH inicial
B = inverso do número de anos no intervalo de comparação
($p<0,01$, $r=0,86$, $EP=0,250$, $N=10$).

O alumínio é calculado usando-se a relação para a qualidade inicial do solo (Equação A.1).

FERTILIZANTES E CALCÁRIO

Os suprimentos de capital e mão-de-obra do colono simulado precisam ser ajustados para a manutenção de culturas perenes e pastagens já estabelecidas no lote. As culturas

estabelecidas são presumidas como mantidas (depois de satisfazer as necessidades de subsistência) independentemente da viabilidade de capital e de mão-de-obra.

A mão-de-obra (total) da família, mão-de-obra masculina e o capital necessários para as operações de manutenção são determinados para cada mês do ano. O déficit em qualquer dos requisitos de mão-de-obra, caso haja algum, é calculado e isso é suprido usando-se mão-de-obra contratada (com deduções apropriadas dos suprimentos de capital) se for possível. Para cacau e pimenta-do-reino, a adubação e calagem para a manutenção depois do ano do plantio são determinadas separadamente na simulação, pois nem todos os colonos reais usam fertilizantes (embora possamos fazer todos os colonos simulados usarem fertilizantes com um conjunto apropriados de probabilidades de fertilização). A decisão de fertilizar o cacau ou a pimenta-do-reino é tomada uma vez por cada lote e ano, no momento da primeira operação de manutenção da cultura envolvida. O valor usado para a probabilidade de fertilização da pimenta-do-reino é de 0,539 (N=26 colonos nos registros do governo: 20 casos do Brasil, ACAR-PARÁ, 1974a). A probabilidade usada para a fertilização do cacau é 0,250, um valor intermediário entre a probabilidade presumida pelo governo de um e a probabilidade de zero indicada pelos dados de campo (N=4).

Se uma cultura perene é fertilizada, presume-se que as dosagens recomendadas pelo governo são seguidas. Se a pimenta-do-reino for fertilizada, as doses são calculadas baseando-se nos níveis de nutrientes no solo do trecho e na idade das plantas de pimenta-do-reino. As dosagens usadas para as várias categorias são mostradas na Tabela A.16. A calagem só é feita no primeiro ano da cultura, também seguindo a dosagem da Tabela A.16.

(Tabela A-16)

TABELA A.16. RECOMENDAÇÕES DO GOVERNO PARA A FERTILIZAÇÃO DE PIMENTA-DO-REINO

Solo Inicial	Ingrediente Ativo da Fertilizante	Dose do ingrediente ativo (kg/ha) Idade da pimenta (anos)			
		1	2	3	4 ou mais
P ≤ 10 ppm	P_2O_5	70	100	150	300
P > 10 ppm	P_2O_5	30	40	50	100
K ≤ 45 ppm	K_2O	60	80	100	200
K > 45 ppm	K_2O	0	0	25	50
N (todos os níveis)	N	40	60	80	100
C (todos os níveis)	torta de algodão[a]	2.222	2.222	2.222	2.222
Al^{+++} ≥ 0,3 meq/100g e: $Ca^{++} + Mg^{++}$ <4 meq/100g	calcário dolomítico	0	0	140	280
Al^{+++}≥ 0,3 meq/100g e: $Ca^{++} + Mg^{++}$ ≤ 4 meq/100g	calcário dolomítico	122	140	280	560
Al^{+++} < 0,3 meq/100g	calcário dolomítico	[b]	0	0	0

FONTE: Brasil, Ministério da Agricultura, IPEAN, 1966; Fearnside, 1980a.
[a]5,71 kg esterco é equivalente a 1 kg de torta de algodão (Albuquerque & Condurú, 1971: 110).
[b]2.000 kg/ha calcário por unidade de Al^{+++} expressa em meq/100g de solo seco ao ar.

Se o cacau for fertilizado, é seguida uma programação semelhante de dosagens de fertilizantes e de calcário, dependendo da qualidade do solo e idade das plantas. Isso é dado na Tabela A.17. Calagem também é feita somente no primeiro ano da cultura.

(Tabela A-17)

TABELA A.17. RECOMENDAÇÕES DO GOVERNO PARA A ADUBAÇÃO DO CACAU.

Análise do Solo Inicial	Ingredientes Ativos da Adubação	IDADE DO CACAU (anos) 1	2	3 ou mais	Percentual do Ingrediente Ativo (a)	Fertilizante
P < 10 ppm	P_2O_5	25	50	100	48	Superfosfato Triplo
P > 10 ppm	P_2O_5	0	10	25	48	Superfosfato Triplo
K < 45 ppm	K_2O	25	50	200	60	Cloreto de Potássio
K > 45 ppm	K_2O	0	10	50	60	Cloreto de Potássio
N todos os níveis	N	10	20	50	20	Sulfato de Amônia
Al^{+++} > 0,2 meq/100 g	calcário dolomítico	2.000 kg/ha por unidade Al^{+++} expresso em meq/100g	0	0	100	Calcário Dolomítico

FONTE: Brasil, IPEAN, 1966.

NOTA: Ingrediente ativo kg/ha.

a) Cruz *et al*., 1976: 6.

O custo do fertilizante e calcário usados é deduzido do capital do colono simulado. Os preços dos fertilizantes e calcário são dados na Tabela A.18. A fertilização é feita antes de calagem; se o colono não tiver capital suficiente para fertilizar um trecho, então não é feita nem a fertilização e nem a calagem. Se um colono fez a fertilização mas não tem dinheiro suficiente para a calagem do trecho, então não é feita a calagem.

(Table A-18)

TABELA A.18. PREÇOS DE FERTILIZANTES E CALCÁRIO EM ALTAMIRA

Item	Data	Preço na Data	Cr75$/kg [a]	Ingrediente Ativo	Percentual do Ingrediente Ativo	Ingrediente Ativo Cr75$/kg
Superfosfato Triplo	10 de abril de 1976	4,70 [b]	2,72	P_2O_5	46 [c]	5,40
Ureia	10 de abril de 1976	4,60 [b]	2,66	N	45 [c]	5,41
Cloreto de Potássio	10 de abril de 1976	2,70 [b]	1,56	K	60 [c]	2,60
Calcário Dolomítico	10 de abril de 1976	0,75 [b]	0,43	Calcário dolomítico	100	0,43
Adubo Orgânico[d]	17 de julho de 1974	0,25 [e]	0,31	Equivalente a esterco de boi	50 [f]	0,61

a) Valores do Cruzeiro corrigidos para 1 de janeiro de 1975, usando-se inflação de 35% ao ano.

b) Preços de Brasil Norte Ltda., Altamira (onde os colonos financiados compram insumos).

c) Coelho & Varlengia, 1972: 1972: 181.

d) Feijão deteriorado e farelo de arroz.

e) Media de Cr$0,30/kg para farelo de arroz e Cr$0,20/kg para feijão deteriorado pago por um colono de descendência japonesa que estava usando 2.222 kg/ha de cada um na pimenta-do-reino.

f) Calculado (para fins de custo) do fato que a dose da mistura de feijão deteriorado e farelo de arroz (nota e) era o dobro ro da dose de esterco recomendada para pimenta-do-reino.

As mudanças nos nutrientes do solo pela fertilização e calagem são feitas quando um trecho é fertilizado ou calado. As mudanças no pH são calculadas de:

$$Y = 0{,}009 + 4{,}05 \times 10^{-4} A \qquad \text{Equação A.32}$$

onde:

Y = mudança do pH

A = a dose de calcário dolomítico em kg/ha

($p<0{,}0001$, $r=0{,}99$, $N=10$).

Os dados para a regressão na Equação A.32 vêm de uma experiência com calcário na Zona Bragantina, onde o solo é latosol amarelo (Ultisol) com um pH inicial de 3,9 (Struchtemeyer et al., 1971: 22). As mudanças do pH para a regressão são 28 dias após a aplicação, e só foram usadas doses de calcário até 8.000 kg/ha (Fearnside, 1978: 549-550). Presume-se um limite máximo de 9,0, acima do qual a calagem não pode elevar o pH.

As mudanças no alumínio do solo provenientes de calagem são calculadas usando-se a mesma regressão do alumínio sobre o pH e conteúdo de argila usada para gerar valores de alumínio para o solo sob floresta virgem (Equação A.1). Os dados das mudanças no alumínio não estão incluídos no relatório dos testes de calagem da Zona Bragantina, embora uma curva desenhada a mão da tendência no alumínio (Struchtemeyer et al., 1971: gráfico 5) indique que é mantida a relação de pH, que é muito semelhante à relação encontrada entre o alumínio e o pH em solo virgem no atual estudo. Os valores para o alumínio são, naturalmente, impedidos de assumirem valores negativos na simulação.

As mudanças no fósforo do solo com a fertilização são calculadas usando-se a regressão dada por:

$$Y = 0{,}0568 A - 6{,}41 \qquad \text{Equação A.33}$$

onde:

Y = mudança no fósforo (ppm)

A = P_2O_5 aplicado (kg/ha)

($p<0{,}0001$, $r=0{,}99$, $N=14$).

Os dados usados para a regressão na Equação A.33 procedem de experiências na zona do cerrado (North Carolina State University, 1974: 89 e 101). É presumido um limite máximo de 100 ppm, acima do qual o fósforo do solo não pode ser elevado através da fertilização.

O fato de que um trecho foi fertilizado é guardado para uso em um ajuste temporário dos níveis de carbono do solo como

um resultado de aplicação de esterco (um efeito que se dissipa depois de um ano) na sub-rotina de produção de pimenta-do-reino.

Somente cacau e pimenta-do-reino são fertilizados na simulação. A pastagem não é fertilizada na simulação, nem é fertilizada pelos colonos reais na rodovia Transamazônica.

EROSãO DO SOLO

A erosão do solo (definida operacionalmente, para os propósitos de modelagem das mudanças da fertilidade do solo, como o abaixamento da superfície do solo) pode ser prevista baseando-se na declividade, informações meteorológicas e composição do solo. Essa medida de erosão realmente inclui também a compactação do solo, mas isso não diminui a utilidade da medida na previsão das mudanças da fertilidade, pois as mudanças na fertilidade, como podem ser demonstradas empiricamente (através da análise de regressão) são relacionadas a essa medida de erosão entre outros fatores.

A erosão foi medida na área usando-se uma série de 47 quadras de estacas (Fearnside, 1980c). Cada quadra era um conjunto de 15 pedaços de cano de plástico enfiado no chão com uma fenda cortada na estaca na altura da superfície. A queda ou elevação no nível do terreno poderia então ser medida mais tarde usando-se uma régua.

As taxas de erosão dependem do uso da terra. Foi considerado o uso da terra aquele existente no dia em que foi registrada a chuva máxima em um período de 24 horas. A média da erosão ao nível de quadra em locais ou de terra nua (menos de 60 dias sem cultivo) ou em roças de culturas anuais de tipos diferentes (arroz, milho, mandioca e feijão Phaseolus) foram todas semelhantes. A regressão usada na simulação para quadras nessas condições é dada por:

$$Y = 0{,}164\ A + 1{,}88 \times 10^{-3}\ B + 1{,}43 \qquad \text{Equação A.34}$$

onde:

Y = erosão da quadra (mm/ano)
A = declive da quadra (%)
B = chuva enquanto a terra for nua ou sob culturas anuais (mm)
($p<0{,}0001$, $r=0{,}89$, EP=2,13, N=17 médias de quadras).

Para outros usos foi usada a erosão em estacas individuais. Declive da estaca (declives sobre distâncias de 30 cm) é relacionada ao declive da quadra (declives sobre distâncias de cerca de 20 m) por:

$$Y = 0{,}462\ A + 313 \qquad \text{Equação A.35}$$

onde:

Y =

declive da estaca (%)

A = declive da quadra (%)

($p<0,001$, $r=0,89$, EP=4,94, N=705 estacas, 47 quadras, gl=45).

A erosão sob pimenta-do-reino é dada por:

$$Y = 0,712\ A + 6,05 \qquad \text{Equação A.36}$$

onde:

Y = erosão da estaca (mm/ano)

A = declive da estaca (%)

($p<0,001$, $r=0,55$, EP=6,10, N=39 estacas).

As medições de erosão nas estacas durante o período de observação, o qual foi de cerca de um ano em todos os casos, são mostradas na Tabela A.19 para usos de terra para os quais as regressões não puderam ser desenvolvidas.

(Tabela A.19)

TABELA A.19. QUEDAS NO NÍVEL DO SOLO SOB OUTROS USOS

Uso da Terra	Média (mm/ano)	DP	N (estacas)
Mato (2-8 meses de pousío)	8,1[a]	5,4	56
Vegetação secundária (> 8 meses de pousío)	6,9[a]	8,7	68
Pastagem	6,7[a]	11,8	105
Cacau jovem	10,0	8,3	40
Floresta Virgem	7,5[b]	5,1	75

FONTE: Fearnside, 1980e (1980c).

[a]Médias que não são significativamente diferentes. Variâncias diferem significativamente ($p < 0,0001$, $F = 25$, $gl = 3, 144.710$).

[b]Acredita-se que seja alta.

Produções das Culturas

MILHO

A regressão da produção de milho e os multiplicadores associados a esta são derivados de um conjunto inicial de dados de 224 roças de milho. Isso foi primeiro selecionado para remover as roças com: 1) áreas de menos de um hectare; 2) dados questionáveis devido a contradições percebidas ou imprecisão nas respostas dos colonos; 3) casos onde as amostras de solo não vieram do local da roça mas de um local próximo semelhante com história idêntica; e 4) casos com dados incompletos para quaisquer variáveis de regressão: pH do solo, densidade do plantio, densidade de arroz consorciado e densidade de mandioca consorciada. Categorias excluídas de dados válidos foram os casos com danificação por ratos das densidades 3 ou 4, casos com anotação de germinação pobre; e casos com anotação de doenças.

Nos casos em que a densidade do plantio do milho não era conhecida a partir de medições diretas de campo, a densidade foi estimada usando-se uma regressão de densidade sobre o peso das sementes plantadas por hectare, forçada através da origem. Essa regressão é dada por:

$$Y = 414{,}88\ A \qquad \text{Equação A.37}$$

onde:

Y = densidade do plantio do milho (plantas/ha).
A = sementes plantadas (kg/ha).
($p<0{,}0001$, $r=0{,}65$, EP=56,40, N=75).

Para a regressão que prevê as produções de milho a partir de informação de solos e consorciação, as produções de milho são dadas diretamente em kilogramas por mil plantas. Os valores do pH são ajustados para 6,0 de acordo com o modelo de resposta linear e platô (Waugh et al., 1975).

A equação de regressão para a previsão da produção do milho é dada por:

$$Y = 125{,}46\ A - 2{,}92 \times 10^{-2}\ B - 2{,}22 \times 10^{-2}\ C - 8{,}16 \times 10^{-4}\ D - 330{,}00 \qquad \text{Equação A.38}$$

onde:

Y = produção de milho (kg/1.000 plantas)
A = pH (ajustado para 6,0)
B = densidade do plantio do milho (plantas/ha)

C = densidade de mandioca consorciada (plantas/ha)
D = densidade de arroz consorciado (plantas/ha)
($p<0,05$, $r=0,65$, EP=151, N=28).

FEIJÃO PHASEOLUS

A densidade do plantio em plantas por hectare é gerada a partir da regressão na Equação A.39, a qual é forçada através da origem:

$$Y = 1602,8\ A \qquad \text{Equação A.39}$$

onde:
Y = densidade do "feijão" Phaseolus ou Vigna) (plantas/ha)
A = peso das sementes plantadas (kg/ha)
($p<0,0001$, $r=0,82$, EP=55.966, N=28).

(Tabela A.20)

TABELA A.20. RESUMO DAS VARIÁVEIS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO *PHASEOLUS*

Item	Média	Desvio Padrão	N
Sementes plantadas (kg/ha)	29,18	26,15	112
Densidade do Plantio (plantas/ha)	52.666	49.036	114
Milho Consorciado:			
freqüência	11,7%		120
densidade do milho (plantas/ha)	1.698,4	3.688,2	13
Freqüência do plantio em solo previamente plantado quando solo virgem é disponível	9,1%		55

A regressão acima foi executada juntando-se 20 roças de Phaseolus e 8 de Vigna. Quando se executaram regressões semelhantes com o conjunto menor de dados para Phaseolus somente, foi obtido um coeficiente de 1.595,5 ($p<0,0001$, $r=0,82$, EP=257,15, N=20).

Os dados para a regressão da produção de Phaseolus e ajustes associados vem de um conjunto de dados originais de 120 roças de Phaseolus. Isso foi selecionado para remover roças com uma área menor do que um hectare; dados questionáveis (contradições observadas ou imprecisão nas respostas dos colonos) para produção, doenças ou áreas e dados incompletos para produção, densidade, densidade de milho consorciado, doença ou pH do solo. As categorias excluídas dos dados válidos foram as roças com doença de qualquer intensidade e roças com relatório de germinação pobre. Para uso na regressão, foram ajustados os valores do pH para 5,7. O valor crítico de pH 5,7 vem de Coelho & Verlengia (1972: 133). A produção de Phaseolus é dada por:

$$Y = 267,64 - 69,765\ A + 13,777\ B - 1,50 \times 10^{-3}\ C \quad \text{Equação A.40}$$

onde:

Y = produção de Phaseolus (kg/kg semente plantada)
A = densidade do plantio ($\log_{10}$ plantas/ha)
B = pH (ajustado para 5,7)
C = densidade de milho consorciado (plantas/ha)
($p<0,05$, $r=0,79$, EP=29,80, N=13).

(Tabela A.21)

TABELA A.21. RESUMO DAS CONDIÇÕES EXCLUÍDAS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO *PHASEOLUS*

Item	Média	Desvio Padrão	N
Germinação pobre:			
freqüência	5,8%		120
efeito sobre produção[a]	1,002		1
Doença:			
freqüência			
geral	67%		115
solo virgem	78%		50
previamente plantado	100%		5
Efeito sobre a produção	0,3496	0,5728	32

[a]Foi tomada uma decisão *a priori* para excluir germinação pobre de todas as regressões de produção das culturas.

FEIJÃO-DE-CORDA VIGNA

A regressão da produção e valores multiplicadores são derivados de uma série de dados consistindo de 34 roças de Vigna. Isso foi selecionado pela eliminação das roças com uma área de menos de 0,5 ha; dados questionáveis para produção, densidade ou área; casos onde a amostra não veio de uma roça de Vigna mas de uma roça próxima com uma história idêntica; roças com uma produção calculada antes de ensacar (nenhum caso real); e roças com dados incompletos para produção, área, doença, ou pH do solo. Categorias excluídas dos dados válidos foram: roças com doença de qualquer intensidade; roças com problemas de germinação relatados (nenhum caso real); e roças com ataque de coelhos de intensidade 3 ou 4 (pesado e muito pesado).

Para o propósito de modelagem, os valores simulados do pH foram ajustados para 6,0. Nenhum caso real na série de dados usados para a regressão de produção tinha valores de pH tão altos, assim não foram feitos ajustes na análise dos dados. A regressão para prever as produções de Vigna são dados por:

$$Y = 20{,}81\ A - 84{,}40 \qquad \text{Equação A.41}$$

onde:

Y = produção de Vigna (kg/kg semente plantada)

A = pH (ajustado para 6,0)

(p=0,054, r=0,87, EP=13,895, N=5).

(Tabela A.22)

TABELA A.22. RESUMO DAS VARIÁVEIS E DAS CONDIÇÕES EXCLUÍDAS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO-DE-CORDA *VIGNA*

Item	Média	Desvio Padrão	N
	Variáveis		
Sementes plantadas (kg/ha)	8,10	7,82	30
	Condições excluídas		
Doença			
freqüência	14,3%		28
efeito sobre a produção	0,0876		1
Coelhos (intensidade 3 or 4)			
freqüência	17,65		34
efeito sobre a produção	0,677		1
Germinação pobre			
freqüência	0%		
efeito sobre a produção	?		

MANDIOCA BRAVA

O período de crescimento da mandioca brava (amarga) é gerado, ou seja, obtido na simulação, a partir do período médio de crescimento de 472 dias e desvio padrão de 193 dias (N=64). Para períodos de crescimento de menos de um ano o multiplicador do período de crescimento é gerado a partir da proporção média da produção de mandioca com 1-2 anos de idade: 31,8 (DP=0,40, N=7). O multiplicador médio correspondente para roças com mais de dois anos de idade é 0,40 (DP=3,7, N=3).

Os dados para os cálculos dos multiplicadores e da regressão da produção da mandioca brava vêm de uma série inicial de dados de 64 roças. Isso foi selecionado para eliminar roças com menos de 0,5 ha de área e roças com dados incompletos para período de crescimento, produção ou área. Categorias excluídas dos dados válidos para a regressão foram as roças com crescimento de menos de um ano e mais de dois anos. Não foram executados ajustes ou transformações nos dados usados na regressão, mas os valores do pH foram ajustados para 5,0 na simulação pois esse foi o maior valor de pH presente na série de dados selecionados. Esse é também um valor razoável para o pH crítico acima do qual maiores elevações não vão melhorar a produção de mandioca. Sabe-se que os valores do pH do solo abaixo de 5,0 reduzem a produção (Almeida & Canúchio Filho, 1972: 160).

A regressão para prever a produção de mandioca brava foi dada por:

$$Y = 4.124,4\ A - 17.369 \qquad \text{Equação A.42}$$

onde:

Y = produção de mandioca brava (kg farinha/ha/12 meses de crescimento)

A = pH (ajustado para 5,0

($p<0,05$, r=0,93, EP=414,22, N=5).

MACAXEIRA (MANDIOCA DOCE)

O período de crescimento da macaxeira é gerado (média=471 dias, DP=103, N=11). Então o pH é ajustado para 5,0, sendo esse valor crítico o mesmo que o usado no caso da mandioca brava. Os dados para o ajuste do período de crescimento e regressão para a previsão da produção de macaxeira são tirados de uma série de dados iniciais de 13 roças de macaxeira. A série de dados foi selecionada para eliminar as roças com áreas de menos de 1,0 ha. Foi requisitada uma área mínima maior para a macaxeira do que para a mandioca brava devido ao vício em roças pequenas por causa da prática de colher a

macaxeira de pouco em pouco para comer cozida ou usar na alimentação de porcos. Infelizmente, não somente precisa-se de áreas maiores para dados confiáveis mas, como as plantações de macaxeira são geralmente menores do que no caso de mandioca brava, muitas roças foram eliminadas. Foram também eliminados quaisquer roças com dados incompletos sobre produção, período de crescimento, área ou pH. Categorias de dados válidos que foram excluídos da regressão eram as roças com um período de crescimento de menos de um ano e as roças com períodos de crescimento de mais de dois anos (esta última condição não existiu em nenhum caso real). A regressão obtida foi dada por:

Y = 587,53 A - 1.559,2	Equação A.43

onde:

Y = produção de macaxeira (kg farinha/ha/12 meses de crescimento)

A = pH (ajustado para 5,0)

(p=0,26, r=0,92, EP=81,50, N=3).

Existem várias razões para o uso da regressão acima apesar da falta de significância estatística e do pequeno número de observações. A regressão faz um paralelo com os resultados para mandioca brava, exceto que as produções da macaxeira são mais baixas. A regressão também confirma impressões de campo.

Em 15 por cento dos casos onde o período de crescimento é menor do que um ano, o multiplicador do período de crescimento (média=3,77, DP=3,74, N=2) ajusta as produções para refletir a taxa de crescimento mais rápido dos tubérculos durante o primeiro ano de crescimento.

PASTAGEM E GADO

A relação usada para a predição da produção do capim colonião Panicum maximum) a partir do fósforo do solo para uso em modelagem foi derivada de experiências feitas com uma outra espécie de capim, braquiária Brachiaria decumbens) em Belém (Serrão et al., 1971). O solo no local das experiências em Belém, era também um latosol amarelo (Ultisol), baixo em fósforo (2 ppm). Para derivar o valor da produção base usada (303,0 kg peso seco/ha/ano), foi feita uma correção para a diferença de produção entre Brachiaria decumbens e Panicum maximum usando-se um fator de 1,12 (Viégas & Kass, 1974: 33).

Foram calculadas as produções como proporções da produção base de capim. A produção base representa o que seria esperado para Panicum maximum em Altamira no solo com um nível de fósforo total de 2 ppm.

A correção usada para a competição de plantas invasoras vem de dados disponíveis a partir de experiências com Brachiaria feitas em Belém, que permitem o calculo da

proporção do peso seco total composto por ervas não comestíveis em anos sucessivos sob pasto não fertilizado (Simão Neto et al., 1973: 9). As proporções para os anos quarto e quinto foram presumidos (otimisticamente) como sendo iguais aos do terceiro ano. A produção simulada de peso seco de capim é então convertida em produção de carne. Isso é feito primeiro pela conversão do peso seco de capim para nutrientes digeríveis totais, usando-se um fator de 0,54 (baseando-se em Vicente-Chandler, 1975: 424, ver Fearnside, 1979a). A produção dos nutrientes digeríveis totais/ha/ano podem ser convertidos para ganho de peso vivo do gado/ha/ano usando-se um fator de 0,14, baseando-se em um fator de conversão usado por Vicente-Chandler (1975: 424) para o cálculo reverso a partir do ganho de peso vivo para a produção de pasto, atribuída ao "Pasture Research Committee, 1943". As capacidades alimentares podem ser calculadas do peso médio do abate na Amazônia de 330 kg e a idade média para o abate de quatro anos (Nascimento & Moura Carvalho, 1973: III-B-32).

Para alcançar esse peso em quatro anos o gado precisa crescer à uma taxa de 82,5 kg/cabeça/ano. Uma capacidade de alimentação ao longo de três anos, calculada ao nível de fósforo do solo de 2 ppm, seria derivada da produção base multiplicada pelos efeitos da competição de plantas invasoras de acordo com idade da pastagem, tirando-se a média dos três anos e convertendo-a para nutrientes digeríveis totais, produzindo uma média de três anos de 187 kg de nutrientes digeríveis totais/ha/ano para Panicum maximum na rodovia Transamazônica. Convertida para ganho de peso vivo, a produção de carne seria de 26,2 kg ganho de peso/ha/ano, como média referente ao período de três anos. Esta produção, dividida pelos 82,5 kg/cabeça/ano, que seria aquilo que o gado precisa ganhar para alcançar o peso de abate programado, dá uma capacidade de alimentação de três anos de 0,32 cabeças/ha. Se as "unidades animais" de 350 kg cada são usadas em lugar dos 330 kg peso por "cabeça" aqui, as capacidades de alimentação correspondentes serão abaixadas em 6,1%.

O peso seco de capim produzido por hectare é calculado a partir da produção base do pasto, o efeito do ano e o coeficiente e constante da regressão da produção do pasto sobre o fósforo (Fearnside, 1979a). A regressão sobre o fósforo é dada por:

$$Y = 4{,}84\ A \qquad \text{Equação A.44}$$

onde:

Y = (produção do pasto com fósforo/produção do pasto sem fósforo) - 1,0

A = fósforo (ppm) - 2,0

Obs: a faixa do fósforo é $0<A<8$ ppm ($p<0{,}01$, $r=0{,}82$, $EP=1{,}27$, $N=8$).

A regressão na Equação A.44 é baseada sobre dados a

partir de uma experiência de fertilização em Brachiaria decumbens em Belém (Serrão et al., 1971). As produções são calculadas para as parcelas fertilizadas, no momento de cada uma das oito cortes do capim nas parcelas experimentais como proporções das produções correspondentes na parcela com o mesmo tratamento, exceto pela adição de fósforo. O valor crítico para a resposta de fósforo foi estimado em 10 ppm usando-se a resposta mais forte de fósforo a partir de testes de fertilização de Brachiaria feitos em Brasília (North Carolina State University, 1974: 101), e os níveis de fósforo acima disso foram considerados como tendo o mesmo efeito que o valor crítico de acordo com o modelo de resposta linear e platô (Waugh et al., 1975). Todos os valores de fósforo usados na conversão foram convertidos para valores em excesso do nível de fósforo na condição não fertilizado (2,0 ppm), e as produções foram expressas em proporções da produção da parcela testemunha para que a regressão pudesse ser forçada através da origem. As relações da produção da pastagem com os efeitos das plantas invasoras e do fósforo são combinadas para dar:

$$Y = A\,(4{,}84\,B - 8{,}68)\,C \quad \text{para fósforo} < 10 \text{ ppm}$$

$$Y = 39{,}72\,A\,C \quad \text{para fósforo} \geq 10 \text{ ppm} \qquad \text{Equação A.45}$$

onde:

Y = produção de pasto (kg peso seco/ha/ano)
A = produção base (valor esperado para o primeiro ano em kg peso seco/ha para Panicum maximum a 2 ppm fósforo; aqui igual a 303 kg/ha/ano)
B = fósforo do solo (ppm)
C = fator ano (decréscimo proporcional a partir da produção do primeiro ano, devido à invasão de plantas invasoras). Valores: primeiro ano: 1,00; segundo ano: 0,63; terceiro ano: 0,49; quarto ano: 0,49; quinto ano: 0,49.

O ganho de peso vivo do gado é calculado a partir da produção do peso seco do pasto multiplicando-se isso pelo ganho de peso por kg de nutrientes digeríveis totais (0,14) e nutrientes digeríveis totais como uma proporção do peso da matéria seca (0,54).

PIMENTA-DO-REINO

As produções de pimenta-do-reino são previstas a partir de uma regressão múltipla sobre o pH, carbono e fósforo do solo (Fearnside, 1980a), baseando-se em dados dos testes de fertilizantes da EMBRAPA em Belém (Albuquerque & Condurú, 1971: 110). Os níveis de nutrientes do solo nas parcelas com

diversos tratamentos de fertilizantes tinham que ser estimados a partir de análises feitas sobre outras experiências que eram conduzidas no mesmo local. Foram usados valores para nutrientes do solo da parcela testemunha de Serrão et al., (1971: 10): pH = 4,7, íons de alumínio = 1,2 meq/100g, carbono = 0,94%, nitrogênio = 0,07%, fósforo assimilável = 4 ppm. Os métodos de análise do solo foram os mesmos que os usados para as amostras tiradas na rodovia Transamazônica para o atual estudo de capacidade de suporte. Os valores críticos usados no ajuste dos altos valores de nutrientes na análise dos dados e na simulação foram: pH = 5,5 (Albuquerque & Condurú, 1971: 98), fósforo = 10 ppm (o nível para "alta" fertilidade usado pela EMBRAPA para recomendações de fertilização de pimenta: Brasil, IPEAN, 1966), carbono = 2,0%. O valor do carbono foi escolhido acima do valor crítico de 1,2% que aplica para a maioria das culturas (Catani & Jacintho, 1974: 33-34) devido às fortes respostas de produção obtidas com aplicação de esterco (Albuquerque & Condurú, 1971: 110) apesar do alto nível (0,94%) do carbono que aplica para o tipo de solo (Serrão et al., 1971: 10). As produções nos testes de fertilizantes foram convertidas para proporções de produção máxima para o ano. A regressão é dada por:

$$Y = 0{,}292\ A + 0{,}383\ B - 0{,}0552\ C - 2{,}119 \qquad \text{Equação A.46}$$

onde:

Y = produção de pimenta-do-reino (proporção de produção máxima para o ano)
A = pH (ajustado para 5,5)
B = carbono (% peso seco, ajustado para 2,0)
C = fósforo (ppm, ajustado para 10,0)
($p<0{,}0001$, $r=0{,}86$, $EP=0{,}187$, $N=24$).

A variabilidade é introduzida na simulação através do erro padrão da estimativa (EP). Os ajustes da produção prevista-por-regressão para refletir as expectativas em Altamira são feitas multiplicando-se a produção prevista na sua forma como uma proporção da produção máxima por um valor oficial para as produções fertilizadas esperadas, nesse caso 5.500 kg sementes secas/ha (Albuquerque et al., 1973: 26). Os efeitos do ano usados para ajustar para o efeito de plantas imaturas foram: 1 ano = 0,00; 2 anos = 0,40; 3 anos = 0,80; 4 ou mais anos = 1,00 (Albuquerque et al., 1973: 26). As plantas na simulação morrem na idade de 12,5 anos, o ponto central da estimativa de Morais (1974b: 7,5) de 10 - 15 anos de expectativa de vida.

O efeito da doença Fusarium é incorporada através de um multiplicador que expressa a proporção da produção esperada de plantas saudáveis. é usado um valor de 0,5, baseado na pressuposição de que as plantas são mortas a uma taxa constante quando um trecho é atacado, e que as plantas

individuais morrem instantaneamente. A probabilidade por ano do estabelecimento de Fusarium em uma dada área onde ainda não tenha se estabelecido é 0,206 (tempo médio para entrar = 3 anos, N=2 áreas); a probabilidade de ataque a um dado trecho onde a doença se encontra estabelecida na área é calculada em 0,293 (médio de anos para que ocorra = 2), e a probabilidade de que um trecho seja morto dado que esteja doente é calculado em 0,206 (médio de anos para que ocorra = 3) (Fearnside, 1980a).

Alocação do Produto

RENDA NÃO AGRÍCOLA

A caça é uma fonte suplementar de renda para aqueles colonos cujo histórico cultural leva-os a se dedicarem a essa atividade. Se um colono simulado é um caçador, a caça precisa ser calculada para o lote, o suprimento de mão-de-obra do colono precisa ser ajustado para o tempo gasto em caçar, e a caça vendida a outros colonos precisa ser contada com complementações apropriadas ao suprimento de dinheiro do caçador para as receitas das vendas.

A caçada só é feita durante o período no qual as populações de caças são consideradas sobreviventes a um nível que vai contribuir com uma quantidade significativa para o suprimento de carne do colono. O valor usado para o fim da caçada é de 15 anos, baseado na descoberta de Smith de que a Agrovila Coco Chato, perto de Marabá, assentada há quinze anos antes, teve uma produção de caça de somente 761 kg/ano (1976b: 171 - 173). Um valor alternativo seria de 21 anos, o ponto no qual a produção seria zero na atual taxa de declínio.

O esforço total gasto na caçada para o ano é calculado de:

$$Y = 84,00 - 2,00\ A \qquad \text{Equação A.47}$$

onde:

Y = esforço de caçada total para o ano (dias de homem/caçador/ano)

A = número de anos desde o começo da caçada (desde o come,o da simulação).

(Tabela A.23)

TABELA A.23. FREQÜÊNCIAS DOS TIPOS DE MÃO-DE-OBRA EXTERNA

Tipo de colono	Tipo de Mão-de-Obra: Diarista	Empresário	Governo ou profissional externo	Mulheres ou crianças que trabalham	Probabilidade de não haver trabalho	Número de observações
Empresário	0,33	0,33	0,17	0,17	0,00	6
Agricultor independente	0,11	0,29	0,00	0,11	0,49	28
Agricultor artesão	0,38	0,04	0,17	0,04	0,37	24
Agricultor trabalhador	0,39	0,09	0,06	0,09	0,37	65

Diferenças entre os tipos de trabalho: $p < 0,0001$, $x^2 = 52,9$, gl = 18, N=121.

(Tabela A.24)

TABELA A.24. MAO-DE-OBRA EXTERNA: DIAS GASTOS E GANHOS POR TIPO DE TRABALHO

	MAO-DE-OBRA TOTAL			MAO-DE-OBRA MASCULINA			GANHOS		
Tipo de Mão-de-obra	Média(a)	DP	N	Media(a))	DP	N	Media	DP	N
Diarista	30,6	41,5	93	30,6	41,5	93	16,25(b)	(0)	Nota c
Empresário	17,5	12,0	2	17,5	12,0	2	0,0920(d)	0,7754	5
Governo/ Profissional	34,0	22,9	3	34,0	22,0	3	8.420,5(e)	6.929,8	7
Mulheres e crianças que trabalham.	217,4	205,2	7	108,9	229,4	7	6.346,2(e)	6.929,8	7

a) Mão-de-obra em dias de homem em/lote/ano gastos em cada tipo de mão-de-obra, dado que um colono se ocupe nessa mão-de-obra. Mão-de-obra masculina é para homens com 18 anos ou mais.

b) Ganhos de pagamentos diários em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/dia de homem adulto.

c) Media de 1 de 12 meses a taxa corrente em 1975 (também usada para entrada como "custo de mão-de-obra"); 9 meses a Cr$15/dia de homem e 3 meses (derrubada) a Cr$20/dia de homem (sem a comida ser incluída). O desvio padrão é presumido como sendo zero, pois não há muita variação de pagamentos entre os lotes em qualquer época do ano.

d) Retorno dos ganhos sobre investimentos em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/cruzeiro de janeiro de 1975 investido, considerando-se como investimento tanto o capital quanto os bens de capital agregados.

e) Ganhos em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/ano.

(Tabela A.25)

TABELA A.25. DINHEIRO ENVIADO E RECEBIDO DE FORA DA ÁREA

Evento	Probabilidade por ano	N (anos de colono)	Valor, dado > 0 (Cr75$/ano) Média	DP	N
Dinheiro recebido de fora	0,053	263	17.788	20.344	9
Dinheiro enviado para fora	0,011	263	492	121	3

Nota : US$1 = Cr75$7,4 (Cruzeiros de 01/01/75).

Equação A.47 é derivada de dados sobre esforços de caçadas coletados por Smith (1976b: 171-173, 195) em duas agrovilas, três e quinze anos depois do assentamento, respectivamente. A produção de caça por dia de homem é calculada de:

$Y = 14,13 - 0,68\ A$	Equação A.48

onde:

Y = produção de caça em kg/dia de homem
A = esforço de caça em dias de homem.

A Equação A.48 é derivada das observações de Smith (1976b: 171-173), que em uma agrovila com três anos de idade o esforço era de 373 dias de homem/agrovila/ano ou 78 dias/caçador/ano a 3,5 caçadores/agrovila, enquanto em uma agrovila em um local que havia sido assentada há quinze anos, o esforço era de 190 dias de homem/agrovila/ano ou 54 dias/caçador/ano, que produz no assentamento mais recente 12,1 kg/dia de homem versus 4,0 kg/ dia de homem no assentamento mais antigo.

Em seguida é calculada a necessidade de subsistência para caça e para o mês. A necessidade de subsistência por mês em peso de carne limpa é a necessidade de subsistência para carne de qualquer tipo (kg/pessoa/ano) dividido pelos 12 meses e multiplicado pelo tamanho da família. A necessidade de subsistência para carne é discutida na seção sobre alocação do produto no Capítulo 4.

O esforço despendido na caça em cada mês do ano é determinado, com ajustes apropriados feitos nos suprimentos de mão-de-obra (total) da família e mão-de-obra masculina. Todo o trabalho de caça é considerado trabalho masculino. O esforço de caça de cada mês é calculado a partir do esforço anual total de caça para o lote e a proporção do esforço de caçada que recai em cada mês. Essas proporções foram calculadas a partir dos dados fornecidos por Smith (1976b: 357) para o esforço de caçada na Agrovila Nova Fronteira, 90 km ao oeste de Altamira. As proporções são: janeiro: 0,026; fevereiro: 0,082; mar,o: 0,084; abril: 0,148; maio: 0,104; junho: 0,108; julho: 0,124; agosto: 0,136; setembro: 0,016; outubro: 0,014; novembro: 0,072; dezembro: 0,086.

O peso de caça obtido cada mês é calculado como o esforço utilizado no mês vezes a produção por dia de homem de esforço de caçada. Esse valor para peso vivo de caça apanhada é ajustado para se obter o valor para o peso de carne limpa presumindo-se um fator de desperdício da caça de 0,40 (Smith, 1976b: 173). O peso de caça limpa capturada em cada mês é comparado com a necessidade de subsistência por caça por mês. Se a quantidade capturada no mês é menor ou igual à necessidade de subsistência, então toda a caça é comida e

nenhuma é vendida. Se o apanhado é suficiente para satisfazer as necessidades de subsistência, então qualquer excedente de caça é acrescentado ao estoque disponível de caça da comunidade para ser comprada por outros colonos.

DETERIORAÇÃO DE PRODUTOS

(Tabela A.26)

TABELA A.26. DETERIORAÇÃO DE PRODUTOS ESTOCADOS

Item	Conservados para consumo ou venda: Proporção média deteriorada	Conservados para consumo ou venda: Desvio padrão	Conservados para consumo ou venda: N	Conservados para uso como sementes: Proporção média deteriorada	Conservados para uso como sementes: Desvio padrão	Conservados para uso como sementes: N
Arroz	0,180	0,250	39	0,10	0,17	5
Milho	0,275	0,286	21	0	(0)	1
Phaseolus	0,051	0,092	13	0	(0)	1
Vigna	0	0	3	0	(0)	1
Mandioca brava	0	0	(presumida)	não aplicável		
Macaxeira	0	0	(presumida)	não aplicável		
Cacau	0	0	(presumida)	não aplicável		
Pimenta-do-reino	0	0	(presumida)	não aplicável		

TRANSPORTE PARA MERCADOS

Dado que o transporte seja disponível, o transporte de produtos para o mercado (CIBRAZEM) custa uma média de Cr75$0,12/kg (DP=0,08, N=11 colonos). Se os colonos vendem seus produtos ao Banco do Brasil, eles precisam fazer viagens ao Banco na cidade de Altamira (50 km de distância) para receber o pagamento. O custo médio de cada viagem é de Cr75$37,54 (DP=33,32, N=6). É feita a pressuposição otimista de que são necessárias somente duas viagens para receber o pagamento.

(Tabela A.27)

TABELA A.27. DISPONIBILIDADE DE TRANSPORTE

Zona	Probabilidade que o lote se localiza na zona[a]	Probabilidade de não haver Transporte para o Mercado: 3 Anos iniciais	Anos posteriores	N (km)
1.) Beira da estrada principal	0,26	0,00	0,00	15,00
2.) 10 km iniciais das estradas vicinais	0,40	0,16	0,00	16,75
3.) Fim das estradas vicinais	0,34	1,00	0,23	11,50

[a]Proporção de 232 lotes destinados aos colonos na área em estudo (excluindo as 4 agrovilas).

COMPRA E VENDA DE PRODUTOS

Nem todos os produtos são vendidos ao Banco do Brasil. Foram usadas as freqüências de 1975 de venda ao banco na simulação. A probabilidade de venda de arroz ao Banco foi 0,433 (N=12 colonos), milho foi 0,000 (N=3), e Phaseolus foi 0,000 (N=1). As outras culturas não são compradas pelo banco em Altamira, mesmo que o colono quisesse vendê-las. Quando as colheitas são vendidas ao banco, além do custo das viagens para receber o pagamento, o Banco automaticamente deduz os pagamentos do saldo devedor e do juro devido de empréstimos prévios.

(Tabela A.27a)

TABELA A.27a. PREÇOS DOS PRODUTOS

Produto	Compra (Cr75$/kg)[a]			Venda (Cr75$/kg)[a]		
	Média	DP	N	Média	DP	N
Arroz (com casca)	2,44	0,84	12	1,25	0,24	10
Milho (grãos)	0,85	0,13	3	0,74	0,24	2
Feijão *Phaseolus*	10,62	4,15	12	3,64	1,17	3
Feijão-de-corda *Vigna*	8,85	(3,46)	--[b]	3,02	0,98	--[b]
Mandioca brava (farinha)	2,90	0,60	13	1,87[c]	(0,00)	1
Macaxeira (farinha)	2,90	0,60	--[d]	1,87[c]	(0,00)	--[d]
Cacau (amêndoas secas)	--	--	--	6,00	(0,00)	oficial
Pimenta-do-reino	--	--	--	7,52	(0,00)	1
Caça (peso limpo)	9,23	2,18	5	9,23	2,18	5
Carne enlatada	14,93	4,53	8	--	--	--

[a]US$1 = Cr75$7,4 (cruzeiros de 01/01/75).

[b]Calculado a partir do preço de *Vigna* em relação aos preços de *Phaseolus* em 15 de fevereiro de 1975, quando *Vigna* vendeu por 83,3% do preço das variedades de *Phaseolus* de grãos pequenos (tais como "preto") ou 62,5% do preço das variedades de grãos grandes (tais como "jalo").

[c]Antes da dedução de 30% para o uso do equipamento para a fabricação da farinha (casa de farinha).

[d]Macaxeira (mandioca doce) presumida igual à mandioca brava.

NECESSIDADES DE SUBSISTÊNCIA PARA PRODUTOS AGRÍCOLAS

As quantidades de subsistência de cada cultura tem sido baseadas no ponto médio das quantidades de cultura consumidas pelos compradores e vendedores de culturas entrevistados durante o trabalho de campo. Para arroz (com casca), os compradores consumiam uma média de 105,5 kg/pessoa/ano (DP=57,0, N=16), e os vendedores consumiam uma média de 175,7 kg/pessoa/ano (DP=82,3, N=3). A necessidade de subsistência usada para arroz foi portanto 140,6 kg/pessoa/ano. No caso do milho não houve vendedores na série de dados. A média para compradores foi 195,5 kg/pessoa/ano (DP=264,8, N=4), que foi usado como a necessidade de subsistência para milho (incluindo milho empregado para alimentar galinhas). Isso corresponde a 14,55 kg de frango comido por pessoa por ano, ou uma cultura em pé de 23,84 aves/capita ou 143,07 aves para uma família de seis pessoas. Isso é mais alto do que o bando médio observado de 51,3 galinhas/família (DP=35,3, N=8). Isso é parcialmente compensado pela omissão do arroz como ração de galinhas na simulação. Para "feijão" (tanto Phaseolus como Vigna) a média de consumo entre compradores foi 43,9 kg/pessoa/ano (DP=19,6, N=12), e entre vendedores foi 34,6 kg/pessoa/ano (N=1). Foi usado o ponto médio de 39,3 kg/pessoa/ano como a necessidade de subsistência para "feijão". Para mandioca (tanto mandioca brava como macaxeira), compradores comem uma média de 43,4 kg/pessoa/ano de farinha (DP=31,8, N=13), enquanto vendedores comem 80,0 kg/pessoa/ano (N=1). Foi usado o ponto médio de 61,7 kg/pessoa/ano de farinha como a necessidade de subsistência para mandioca.

NECESSIDADE DE DINHEIRO PARA SUBSISTÊNCIA

A necessidade de dinheiro para subsistência inclui dinheiro para compras para satisfazer qualquer deficiência em estocagem de sementes caso os estoques guardados da própria produção do lote sejam insuficientes. Uma necessidade de dinheiro para subsistência existe também para itens que não podem ser produzidos no lote, tais como roupas, remédios e transporte. A necessidade de dinheiro para subsistência para esses itens totaliza Cr75$1.615,30/pessoa/ano, sendo composto de Cr75$293,53 para vestuário (DP=297,21, N=8 colonos), Cr75$129,91 para querosene, fósforos, sabão, etc., (DP=129,91, N=11), Cr75$145,63 para medicamentos (DP=214,47, N=10), Cr75$1.029,21 para alimentos não cultivados no lote (incluindo carne) (DP=486,30, N=6), Cr75$709,02 para alimentos cultivados no lote (DP=246,54, N=7), Cr75$133,34 para transporte de pessoas (fora viagens para fazer arranjos para financiamento, pagamento das prestações ao banco, e coleta dos pagamentos do banco referentes aos produtos vendidos ao governo) (DP=107,59, N=15), e Cr75$34,61 para outros consumos (DP=69,53, N=7), menos Cr75$151,91 para carne enlatada e caça, para a qual o dinheiro é alocado separadamente. A caça, fora aquela que

é comida diretamente pela família do caçador, pode ser comprada do estoque de caça da comunidade disponível para venda, que procede do que os caçadores na comunidade matam além da quantia consumida por suas famílias. As necessidades de carne são satisfeitas primeiro pela caça já presente e pela transformação do milho em galinhas, e então pela compra da caça se disponível e por último pela compra de carne enlatada.

A dieta dos colonos é composta de calorias, proteína total, e proteína animal obtida das quantidades comidas de gêneros de primeira necessidade, de caça e de carne enlatada, das contribuições de outros produtos normalmente adquiridos com dinheiro e das culturas de tubérculos tais como a parte da produção de macaxeira consumida diretamente como tubérculos, bem como batatas doces Ipomea batatas), inhame ou cará Dioscorea spp.) e, em pequena proporção, taioba Xanthosoma spp.). O consumo de tubérculos, considerado como um suplemento "gratis" da dieta, perfaz a média de 480,19 kg/capita/ano (N=4 lotes), ou 135,39 kg/capita/ano depois de descontar as perdas usando-se um fator de 71,94% para os tubérculos da macaxeira (Carvalho, s/d (1974)). Esse nível de consumo de tubérculos contribui com 176,01 mil calorias/capita/ano (DP=70,44, N=4 lotes) e 1.761 g/capita/ano de proteína total (DP=703, N=4 lotes). A contribuição de proteína animal é zero.

As contribuições dos produtos comprados com dinheiro, dado os padrões de gasto de dinheiro dos colonos observados, totalizam Cr75$5,34/1.000 calorias, Cr75$1.573,85/kg de proteína total e Cr75$1.573,85/kg de proteína animal. A Tabela A.28 dá os preços e as contribuições das principais mercadorias compradas com dinheiro, fora carne enlatada, caça, produtos que são também produzidos nos lotes dos colonos e "outros consumos" incluídos nas necessidades de dinheiro para subsistência. Os preços de produção para itens produzidos no lote foram dados anteriormente na Tabela A.27.

(Tabela A.28)

TABELA A.28. PREÇO E NUTRIÇÃO DE MERRCADORIAS BÁSICAS COMPRADAS COM DINHEIRO.

		Unidades/cápita/ano					Nutrição/unidade(a)			Nutrição/cápita/dia		
Item	Unidade	Média	DP	N	Preço (Cr75$/ unidade)	Custo (Cr75$/ capita/ ano)(b)	Calorias	Proteína total	Proteína animal	Calorias	Proteína total (g)	Proteína animal (g)
Acucar	kg	42,12	23,93	14	3,98	167,64	3.695	0	0	426,10	0	0
Sal	kg	8,95	1,70	14	1,70	15,22	0	0	0	0	0	0
Leite em po	kg	4,11	2,77	13	30,02	123,38	5.080	250	250	57,16	2,81	2,81
Querosene	litro	12,39	7,78	16	3,41	42,25	0	0	0	0	0	0
Cafe	kg	5,15	3.07	14	18,17	93,58	0	0	0	0	0	0
Oleo	litro	11,62	4,54	13	14,20	165,00	10.131	0	0	322,30	0	0
Sabao	kg	10,60	6,06	13	6,82	72,29	0	0	0	0	0	0
Macarrao	kg	2,26	4,65	8	9,09	20,54	3.552	0	0	21,98	0	0
TOTAIS										827,54	2,81	2,81

a) Brasil, ACAR-PARÁ, s/d-a (1974).
b) Tamanho familiar médio em todas as observações = 6,33 (DP =1,40, N=15).

PAGAMENTO DE DÍVIDAS

Os colonos que não venderam sua produção ao Banco do Brasil freqüentemente não pagam seus débitos bancários voluntariamente. A probabilidade observada foi de 0,00 (N=3), mas é presumida a probabilidade de 0,25 para os propósitos da simulação, pois a amostra formal é inadequada e as impressões informais levam-me a esperar um valor um tanto mais alto. O pagamento "voluntário" só é feito dada a disponibilidade de algum dinheiro depois que as necessidades de subsistência tenham sido satisfeitas. Essas probabilidades baixas de pagamentos representam um subsídio substancial para os colonos, tanto na simulação como na rodovia Transamazônica. A partir de 1977, políticas menos indulgentes do Banco e do INCRA a respeito dos colonos que não pagam suas dívidas elevaram essas probabilidades na rodovia Transamazônica.
A probabilidade de pagamento de um empréstimo privado, tal como mercadorias recebidas a crédito das mercearias dos colonos, empréstimos de amigos, etc., é até mais baixa. A probabilidade observada foi 0,00 (N=2), mas foi assumido um valor de 0,10 como uma estimativa mais realística da freqüência com que esses empréstimos são saldados. Existe uma grande variabilidade entre os colonos na rodovia Transamazônica, tanto na disposição do devedor de pagar seus empréstimos como nos extremos a que vão os emprestadores a fim de induzí-los a pagar. A probabilidade geral de pagamento é baixa, em qualquer caso.

NECESSIDADES DE SEMENTES

(Tabela A.29)

TABELA A.29. NECESSIDADES DE SEMENTES

	Necessidades de Sementes (kg/ha)			
	Média	DP	N	
Arroz de sequeiro	29,6	13,4	263	roças (qualquer combinação)
Milho	12,5	9,4	66	roças de milho solteiro
Feijão *Phaseolus*	29,2	26,1	112	roças (qualquer combinação)
Feijão-de-corda *Vigna*	8,1	7,8	30	roças (qualquer combinação)

INVESTIMENTO

A classificação da mão-de-obra do colono determina se eles investem seu dinheiro em seus lotes ou em algum outro empreendimento. Os colonos cujo padrão de \mão-de-obra\ \não\ o tipo de colono) é como empresário ou profissional (ou qualquer um desses em combinação com outras atividades de trabalho) investem somente uma parte de seus fundos disponíveis em seus lotes. A proporção usada na simulação é 0,74 (DP=0,38, N=6). De outra maneira todo o dinheiro destinado ao investimento vai para o desenvolvimento do lote.

(Tabela A.30)

TABELA A.30. PROPORÇÕES DE CAPITAL LIVRE INVESTIDO DEPOIS DE SATISFAZER AS NECESSIDADES DE SUBSISTÊNCIA[a]

Tipo de Colono	Proporção do capital livre		
	Média	DP	N
Empresário	0,36	0,17	3
Agricultor independente	0,46	0,40	3
Agricultor artesão	0,22	0,25	6
Agricultor trabalhador	0,13	0,13	2

[a]Capital livre é dinheiro que não é gasto em culturas de subsistência, carne enlatada, ou caça.

(Tabela A.31)

TABELA A.31. PROPORÇÕES DE CAPITAL DE INVESTIMENTO DENTRO DE CADA CATEGORIA GASTO EM COMPRAS DE BENS DE CAPITAL[a]

Tipo de colono	Uso do bem de capital (categoria)		
	Lote	Empresa	Consumo
Empresário	0,33	0,22	0,03
	(2)	(3)	(2)
Agricultor independente	0,05	0,05	0,05
	(1)	(3)	(1)
Agricultor artesão	0,07	(0,00)	(0,00)
	(3)	(0)	(0)
Agricultor trabalhador	0,00	0,00	0,00
	(1)	(1)	(1)

[a]Números em parêntesis são números de observações.

Bens de capital se depreciam a uma taxa calculada em 20% por ano. Isso é baseado em uma média ponderada das taxas de depreciação de moto-serras e trilhadeiras na área de estudo, como mostra a Tabela A.33. Esse valor concorda com a taxa de depreciação usada pelo INCRA para carretas (Brasil, INCRA, 1972a: 194).

Processos Populacionais

POPULAÇÃO INICIAL

(Tabela A.32)

TABELA A.32. CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO INICIAL (NA CHEGADA)

Item	Média	DP	N
Idade do proprietário do lote (anos)	37,03	10,78	123[a]
Probabilidade da presença de esposa	0,898	--	108
Idade de esposa caso presente (anos)	31,87	10,67	112[a]
Probabilidade de dependentes presentes além de esposa, dado que o colono seja casado	0,912	--	91
Probabilidade de outros dependentes presentes, dado que o colono seja solteiro	0,182	--	11[a]
Número de dependentes, além da esposa dado ao menos um presente	4,14	2,27	103[a]
Probabilidade do sexo do dependente, além da esposa, ser masculino	0,53	--	456[a]

[a]Inclui alguns recém chegados na amostra; sem diferenças aparentes.

(Tabela A.33)

TABELA A.33. DEPRECIAÇÃO DE BENS DE CAPITAL.

Item	Espectativa de vida (anos)	Depreciação/ ano	Numero de observações: Máquinas	Numero de observações: Anos	Proporção de Colonos	Número de observações (colonos)	Valor (Cr75$ cada)(a)	Proporção do Total dos Bens de Capital	Depreciação Ponderada
Motoserras	4	0,25	6	2	0,098	61	7.588	0,58	0,14
Trilhadeiras	8	0,13	4	2	0,026	152	21.000	0,42	0,06
Taxa Ponderada de depreciação									0,20

a) US$1 = Cr75$7,4= Cr75$7,4 (cruzeiros de 01 de janeiro de 1975).

(Tabela A.34)

TABELA A.34. RETORNO SOBRE BENS DE CAPITAL RELATIVO AO TRABALHO MANUAL

Ítem	Unidade	Manutenção (Cr75$/ unidade)	DP	N	Combustível Cr75$/ unidade)(b)	N	Custo de mão-de-obra com Máquina (Cr75$/ unidade)(a)	DP	N	Custos totais (Cr75$/ unidade)	Valor do mão-de-obra se Feito Manualmente (Cr75$ /unidade)	DP	N	Retorno relativo médio	Retorno relativo ponderado
Moto-serras	ha derrubado	90,98	19,19	3	107,84(c)	--	46,60	25,00	7	245,42	186,80	73,00	12	0,76	0,44
Trilha-deiras	sacos de arroz(f)				0,47	1	1,13(d)	0,35	2	1,60(e)	4,65	4,20	5	2,91	1,23
Taxa de retorno relativo ponderado															1,67

a) Exclusivo da depreciação.
b) A Cr75$20/dia de homem para derrubada, Cr75$15/dia de homem para outras tarefas. (Cr75$ = cruzeiros de 01 de janeiro de 1975).
c) Calculado de Brasil, INCRA (1974a: 193) (16 litros de gasolina + 4 litros de óleo/ha).
d) Calculado de Moran (1975: 127), contando trabalho infantil como 50% do equivalente de adulto.
e) Não incluindo os custos de manutenção da trilhadeira (não disponíveis).
f) Sacos de 50 kg com casca.

(Tabela A.35)

TABELA A.35. INF0RMAÇÕES DEMOGRÁFICAS

Classe etária	Distri-buição de Idade do dependent (além da mulher)(a)	Probabilidades de imigração individual		Probabilidades de emigração individual		Probabilidades de morte sob alimentação adequada	
		Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher
1	0,077	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0156	0,0118
2	0,074	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
3	0,064	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
4	0,065	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
5	0,052	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
6	0,052	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
7	0,055	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
8	0,036	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
9	0,039	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
10	0,039	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
11	0,061	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
12	0,055	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
13	0,039	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
14	0,047	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
15	0,017	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
16	0,025	0,000	0,000	0,0000	0,0323	0,0010	0,0004
17	0,036	0,000	0,000	0,0000	0,1379	0,0010	0,0004
18	0,028	0,067	0,111	0,0303	0,0345	0,0010	0,0004
19	0,011	0,000	0,000	0,1034	0,0000	0,0010	0,0004
20	0,022	0,067	0,000	0,0625	0,0000	0,0010	0,0004
21	0,017	0,067	0,000	0,0968	0,0000	0,0011	0,0004
22	0,017	0,200	0,000	0,0968	0,0714	0,0011	0,0004
23	0,008	0,067	0,000	0,0690	0,0000	0,0011	0,0004
24	0,014	0,000	0,000	0,0385	0,0000	0,0011	0,0004
25	0,003	0,133	0,000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0004
26	0,008	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
27	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
28	0,000	0,067	0,111	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
29	0,006	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
30	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
31	0,000	0,000	0,000	0,0435	0,0000	0,0010	0,0007
32	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0435	0,0010	0,0007
33	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
34	0,000	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
35	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
36	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
37	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
38	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
39	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
40	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
41	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
42	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
43	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
44	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
45	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
46	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033

47	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033
48	0,000	0,000	0,000	0,0714	0,0000	0,0040	0,0033
49	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033
50	0,000	0,000	0,000	0,0909	0,0000	0,0040	0,0033
51	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
52	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
53	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
54	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
55	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
56	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
57	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
58	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
59	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
60	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
61	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
62	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
63	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
64	0,000	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
65	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
66	0,006	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
67	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
68	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
69	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
70	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
71	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
72	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
73	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
74	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
75	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
76	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
77	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
78	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
79	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
80	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
81	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
82	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
83	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
84	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
85	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
86	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1981	0,1875

a) N = 362 dependentes, agrupados dos colonos originais e recém-chegados

(Tabela A.36)

TABELA A.36. CAPITAL INICIAL E BENS DE CAPITAL

	Capital Liquido			Bens de Capital para: Lote			Bens de Capital para: Empreendimentos			Bens de Capital para: Consumo		
Tipo de Colono	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N
Colonos originais												
1.Empresário	0	0	1		0	3	0	0	3	0	0	1
2.Independente	5.265	11.431	14	460	4.210	23	1.166	4.210	23	285	1.067	14
3.Artesão	1.768	3.186	23	0	0	22	0	0	22	97	456	22
4 Trabalhador	2.360	6.958	55	0	0	61	0	0	61	0	0	55
Colonos recém-chegados												
1.Empresário	7.849	11.099	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2
2.Independente	26.296	30.257	9	1.174	3.523	9	2.979	6.533	9	587	1.762	9
3.Artesão	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
4.Trabalhador	1.383	2.461	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6

NOTA: Todos os valores em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975 (Cr75$7,4 = US$1,00).

CLASSIFICAÇÃO COMO CAÇADOR

Nem todos os colonos saem para apanhar caça na floresta: muitos que vieram de áreas no Brasil fora da Amazônia têm medo da floresta e desconhecem suas particularidades ou são desdenhosos da caçada como uma atividade de baixo-status. Os poucos colonos que caçam regularmente têm suprido uma parte importante da proteína animal consumida pela comunidade durante os primeiros anos da colonização na rodovia Transamazônica. A condição de cada colono como caçador e não caçador é destinado na simulação baseando-se na probabilidade de 0,07 de que um colono seja um caçador, um valor calculado pelo relatório de Smith (1976: 171-173), baseado em observações em três agrovilas, que existem 2 - 5 caçadores/agrovila. A probabilidade foi calculada usando-se 3,5 caçadores/agrovila (o ponto central da variação das observações de Smith) e presumindo-se as 50 casas normais como o tamanho médio das agrovilas.

MÃO-DE-OBRA FAMILIAR E SAÚDE

(Tabela A.37)

TABELA A.37. EQUIVALENTES DE MÃO-DE-OBRA NO TRABALHO AGRÍCOLA[a]

Faixa Etária (anos)	Homem	Mulher
7-8	0,20	0,15
9-13	0,25	0,20
14-17	0,50	0,40
≥18	1,00	0,75

[a]Proporção da contribuição do masculino adulto.

FONTE: Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 202.

(Tabela A.38)

TABELA A.38. PROBABILIDADES DE DOENÇA POR IDADE E SEXO.

Grupo etário (anos)	Malária		Trauma		Outros	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher
0-4	0,0227	0,0140	0,0027	0,0016	0,0405	0,0260
5-9	0,0185	0,0098	0,0021	0,0009	0,0058	0,0021
10-14	0,0103	0,0038	0,0033	0,0005	0,0018	0,0016
15-19	0,0214	0,0090	0,0062	0,0011	0,0021	0,0005
20-24	0,0198	0,0116	0,0084	0,0011	0,0038	0,0011
25-29	0,0138	0,0191	0,0053	0,0006	0,0024	0,0032
30-34	0,0175	0,0176	0,0095	0,0021	0,0009	0,0021
35-39	0,0130	0,0196	0,0065	0,0039	0,0059	0,0065
40-44	0,0144	0,0025	0,0058	0,0012	0,0023	0,0037
45-49	0,0072	0,0165	0,0046	0,0033	0,0033	0,0033
50-54	0,0248	0,0248	0,0038	0,0000	0,0019	0,0000
55-59	0,0248	0,0062	0,0248	0,0062	0,0331	0,0062
> 60	0,0165	0,0248	0,0414	0,0000	0,0083	0,0124

NOTA: A tabela mostra a probabilidade de que um dado indivíduo contraia uma doença em alguma época de um dado ano. As probabilidades são calculadas a partir do número de admissões no hospital do SESP em Altamira por sexo e classe etária para 1973 dado por Smith (1976b: 217, 235, 239, 247). As proporções de indivíduos na área toda por sexo e classe etária foram calculadas a partir da pesquisa sobre 101 famílias feita por Moran (1975) e modificada por Smith (1976b: 216) para incluir as estimativas de Smith de indivíduos em cada categoria na população (na maioria de trabalhadores migratórios) fora da tutela do INCRA (Smith, 1976b: 216). A estimativa da população total da área usada nos cálculos e de 34.000 (Smith, 1976b: 216). (Obs.: Smith também dá o valor de 24.000: p.20).

(Tabela A.39)

TABELA A.39. PROBABILIDADES MENSAIS DE DOENÇA

	MÊS											
Doença	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Malária(a)	0,061	0,083	0,126	0,067	0,056	0,051	0,067	0,104	0,155	0,092	0,081	0,057
Trauma(b)	0,051	0,080	0,048	0,070	0,090	0,049	0,079	0,103	0,081	0,103	0,141	0,105
Outro(c)	0,083	0,084	0,083	0,083	0,084	0,083	0,084	0,083	0,083	0,084	0,083	0,083

NOTA: A tabela mostra a possibilidade de que ocorram internamentos hospitalares durante um dado mês, dado que o indivíduo contraia a doença em algum momento durante o ano.

a) Probabilidades de malária calculadas a partir de dados da SUCAM para a área de Altamira sobre os números nas positivas encontradas em amostras de sangue de pacientes com suspeita de malária e encaminhados para esse departamento. Calculado de dados em Smith (1976 (1976b: 212).

b) Probabilidades de trauma (acidente) calculadas a partir do número de admissões no hospital do SESP, Altamira 1971, 1972 e 1973. Dados do censo completo dos registros feito por N. Smith foram tirados de Moran (1976: 121).

c) Outras doenças: presumidas iguais a 1/12 para cada mês devido a falta de dados. As diferenças de arredondamento distribuídas aleatoriamente.

(Tabela A.40)

TABELA A.40. DIAS DE TRABALHO PERDIDOS POR DOENÇA

	Dias perdidos[a]			Outros valores	
Doença	Média	DP	N	Smith (1976b)	Moran (1975)
Malária	33,3	23,1	3	14	8
Trauma	86,7	79,0	6	19[b]	
Outro	45,0	30,0	3	14,5[c]	

[a]Dias de trabalho realmente perdidos, não em equivalentes de dia de homem.

[b]Baseado em estimativa de 3 vezes a estadia média em hospital, que foi 6,2 dias.

[c]Baseado em 3 vezes estadia média de hospital de 4,8 dias para gastroenterite e 4,9 dias por doenças respiratórias, e iguais probabilidades de ataques para cada (0,5% da população por ano para cada doença).

FERTILIDADE E MORTALIDADE

A probabilidade de morte por cada deficiência de nutrientes é calculada a partir de:

$$P = (A - 1)\left(1 - \frac{B}{C}\right) \qquad \text{Equação A.49}$$

onde:

P = a probabilidade de morte por ano devido a deficiência de nutrientes (calorias ou proteína).

A = o fator de mortalidade para o nutriente (calorias ou proteína).

B = a quantia média de nutrientes ingeridos per cápita por dia (calorias ou proteína).

C = a necessidade do nutriente per cápita por dia (calorias ou proteína).

Seguindo-se o procedimento de Weisman (1974), somente um dos dois nutrientes é considerado limitador. É usado aquele que dá a mais alta probabilidade de morte relacionada à deficiência de nutriente. Note-se que os níveis de consumo de nutrientes se referem a média anual sobre todos os membros da família.

(Tabela A-41)

TABELA A.41. FERTILIDADE ESPECÍFICA POR IDADE PARA A POPULAÇÃO RURAL BRASILEIRA

Classe	No. Total de mulheres	Total de nascimentos vivos no ano anterior	Probabilidade etária de nascimentos vivos por classe etária
15-19	2.188.350	132.029	0,060
20-24	1.772.913	414.291	0,234
25-29	1.334.934	362.629	0,272
30-34	1.087.643	274.233	0,252
35-39	987.395	198.659	0,201
40-44	837.890	91.988	0,110

FONTE: Valores do recenseamento de 1970 apresentado em Mata et al. (1973: 175).

(Tabela A-42)

TABELA A.42. NECESSIDADES DE CALORIAS E DE PROTEÍNA TOTAL E EFEITOS SOBRE A MORTALIDADE

Idade (Anos comple-tos)	Necessidade de caloria[a] (per cápita/ dia)	Fator de Mortalidade[b] Por falta de Calorias	Necessidade de Proteína Total[c] (g/cápita/dia)	Fator de Mortalidade[d] Por falta de Total de Proteína
0	820	2,6	11,9	3,35
1	1.180	2,35	12,3	2,35
2	1.355	2,35	12,3	2,20
3	1.540	2,35	12,3	2,05
4	1.695	2,1	15,4	1,95
5	1.830	2,1	15,4	1,85
6	1.955	2,1	15,4	1,80
7	2.075	1,8	19,2	1,70
8	2.185	1,8	19,2	1,60
9	2.295	1,8	19,2	1,55
10	2.400	1,55	23,1	1,50
11	2.475	1,55	23,1	1,45
12	2.550	1,55	23,1	1,40
13	2.625	1,25	26,2	1,33
14	2.700	1,25	26,2	1,23
15	2.750	1,25	26,2	1,15
16	2.735	1,25	26,2	1,12
17	2.720	1,05	26,2	1,08
18	2.785	1,05	26,2	1,00
19	2.610	1,05	26,2	1,00
20-39	2.600	1,00	25,4	1,00
40-49	2.470	1,00	25,4	1,00
50-59	2.430	1,00	25,4	1,00
60-69		0		0

[a]De Weisman (1974: B485), que derivou isto da Nações Unidas, World Health Organization (1973).
[b]Um fator expressando o efeito da privação de calorias sobre o excesso de mortalidade nas populações por classe etária. Derivado de Weisman (1974: B493).
[c]Weisman (1974: B488); derivado de Nações Unidas, World Health Organization (1973). Em equivalente da proteína do ovo.
[d]Um fator expressando o efeito da deficiência de proteína total sobre o excesso de mortalidade por classe etária. Derivado de Weisman (1974: B495).

CASAMENTO DOS COLONOS

Ao modelar casamentos, só são considerados explicitamente aqueles de proprietários de lotes. Os jovens (filhos e filhas) que se casam e deixam o lote são considerados como emigrantes individuais, enquanto que esposos de jovens ou outros que se juntam a eles no lote dos pais são considerados como imigrantes individuais. A probabilidade anual de um colono solteiro (proprietário de lote) se casar é 0,069 (N=29

anos de colono solteiro). A idade média de noivas desposando proprietários de lotes foi 21 anos (DP=9, N=2). Esse valor é provavelmente mais alto do que seria se houvesse uma amostragem adequada.

IMIGRAÇÃO E EMIGRAÇÃO

Imigração e emigração estão divididas em dois tipos: nível de deslocamento individual e familiar. Essas têm implicações muito diferentes para o desenvolvimento da área. Quando chegam indivíduos para se juntar à famílias já estabelecidas, como por casamento (de outras pessoas que não o proprietário, que é tratado separadamente), o resultado é um aumento da força de trabalho (e da demanda de produtos) sem mudanças nos padrões de exploração do lote. Os filhos e filhas dos colonos que partem para as cidades, para estabelecer novas propriedades ou para casar, da mesma forma mudam o tamanho da família sem afetar as estratégias básicas. Quando famílias inteiras são substituídas, no entanto, as diferenças de comportamento dos colonos recém-chegados são sentidas.

As probabilidades por ano de um lote receber um imigrante individual são de 0,049 (N=491 anos de lote, 24 imigrantes individuais). A probabilidade de que um imigrante individual recebido em um lote seja masculino é 0,625 (N=24). Dado o sexo do imigrante individual, a probabilidade de que a pessoa pertença a cada classe etária pode ser determinada a partir das probabilidades de imigração específica por sexo e idade, dadas com a informação demográfica na Tabela A.35.

(Tabela A.43)

TABELA A.43. PROBABILIDADE POR ANO DE EMIGRAÇÃO DA FAMÍLIA

Tipo de Colono	Colonos Solteiros			Colonos Casados		
	Probabilidade	N[a]	Número de Colonos Partindo	Probabilidade	N[a]	Número de Colonos Partindo
1.) Empresário	0,143[b]	0	0	0,063	16	1
2.) Agricultor Independente	0,200	5	1	0,012	81	1
3.) Agricultor Artesão	0,143	7	1	0,057	88	5
4.) Agricultor Trabalhador	0,105	19	2	0,022	229	5

[a]Anos de colonos.

[b]Presume-se igual aos agricultores artesões.

APÊNDICE

RESUMO DOS PARÂMETROS E EQUAÇÕES DO MODELO KPROG2

Condições Físicas 278
Qualidade Inicial do Solo..... 278
Fatores Meteorológicos..... 280
Alocação do Uso da Terra..... 287
Financiamento..... 287
Preparo da Terra..... 299
Área de Subsistência..... 302
Aprendizado do Colono e Comportamento na Alocação 302
Margem de Segurança da Área de Subsistência 303
Modelando Alocações de Culturas..... 305
Decisões de Consorciação..... 305
Restrições da Mão-de-Obra e do Capital..... 308
Escolhas da Cultura Comercial..... 327
Modelando Mudanças no Solo..... 328
Qualidades de Queimada..... 328
Mudanças no Solo pela Queimada..... 332
Queimadas de Floresta Virgem..... 333
Queimadas de Vegetação Secundária..... 336
Queimadas de Mato..... 338
Mudanças no Solo sem a Queimada..... 339
Mudanças no Solo sob Pastagem..... 342
Fertilizantes e Calcário..... 344
Erosão do Solo..... 351
Produções das Culturas..... 353
Milho..... 353
Feijão Phaseolus 356
Feijão-de-Corda Vigna 360
Mandioca Brava..... 361
Macaxeira (Mandioca Doce)..... 363
Pastagem e Gado..... 364
Pimenta-do-Reino..... 368
Alocação do Produto..... 371
Renda Não Agrícola..... 371
Deterioração de Produtos..... 377
Transporte para Mercados..... 377
Compra e Venda de Produtos..... 377
Necessidades de Subsistência para Produtos Agrícolas.. 380
Necessidade de Dinheiro para Subsistência 383
Pagamento de Dívidas..... 386
Necessidades de Sementes..... 387
Investimento..... 387
Processos Populacionais..... 391
População Inicial..... 391

Classificação como Caçador..... 391
Mão-de-Obra Familiar e Saúde..... 398
Fertilidade e Mortalidade..... 398
Casamento dos Colonos..... 403
Imigração e Emigração..... 403

RESUMO DE PARÂMETROS E EQUAÇÕES DO MODELO KPROG2

Parâmetros do Modelo

Os parâmetros e equações do modelo KPROG2 não incluídos no texto estão resumidos neste Apêndice.

Condições Físicas

QUALIDADE INICIAL DO SOLO

(Tabela A.1)

TABELA A.1. pH NA GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa de pH	Freqüência (%)	pH médio	DP	N[a]
1	< 4,0	33,0	3,7	0,1	389
2	4,0-4,4	30,2	4,1	0,1	356
3	4,5-4,9	15,3	4,7	0,1	180
4	5,0-5,4	12,5	5,2	0,1	148
5	5,5-5,9	5,3	5,6	0,1	63
6	6,0-6,4	3,6	6,3	0,1	43
7	≥6,5	0,1	7,1	(0)	1

[a]De um mapa de 1.180 quadras baseado em 187 amostras em floresta virgem (Fearnside, 1978: 407; 1984b).

O conteúdo de alumínio é calculado baseando-se nos valores de pH e de conteúdo de argila, já designados por:

$$Y = 11,43 - 7,68 \ln A - 6,27 \times 10^{-2} B \quad \text{Equação A.1}$$

onde:

Y = alumínio (Al^{+++} em meq/100g)
A = pH
B = argila total (%)

($p<0,0001$, r=0,73, EP=1,56, N=118 amostras sob floresta virgem).

O nitrogênio é então calculado dos valores do carbono e pH para o pedaço de terra de:

$$Y = 0,132 A + 2,20 \times 10^{-2} B - 0,120 \quad \text{Equação A.2}$$

onde:

Y = nitrogênio (% peso seco)

A = carbono (% peso seco)
B = pH

($p<0,001$, r=0,86, EP=0,030, N=53 amostras em floresta virgem).

(Tabela A.2)

TABELA A.2. PROBABILIDADES DE TRANSIÇÃO PARA O pH DO SOLO VIRGEM

Classe de pH Inicial	Classe de pH Final ≤3,9	4,0-4,4	4,5-4,9	5,0-5,4	5,5-5,9	6,0-6,4	≥65	Número de Observações
Deslocamento de 100 metros[a]								
≤3,9	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	3
4,0-4,4	0,09	0,73	0,09	0,00	0,00	0,00	0,09	11
4,5-4,9	0,00	0,17	0,33	0,00	0,50	0,00	0,00	6
5,0-5,4	0,09	0,00	0,00	0,36	0,36	0,18	0,00	11
5,5-5,9	0,11	0,00	0,33	0,44	0,00	0,11	0,00	9
6,0-6,4	0,00	0,00	0,00	0,40	0,20	0,40	0,00	5
≥6,5	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Deslocamento de 500 metros[b]								
≤ 3,9	0,40	0,43	0,09	0,06	0,00	0,00	0,03	35
4,0-4,4	0,25	0,43	0,15	0,08	0,08	0,02	0,00	61
4,5-4,9	0,12	0,36	0,24	0,08	0,12	0,08	0,00	25
5,0-5,4	0,12	0,29	0,12	0,24	0,24	0,00	0,00	17
5,5-5,9	0,00	0,25	0,15	0,20	0,30	0,10	0,00	20
6,0-6,4	0,00	0,20	0,40	0,00	0,40	0,00	0,00	5
≥6,5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]calculado de amostras que estão a 100 metros de cada amostra de referência ± 100 metros. Usado na simulação para deslocamentos entre trechos dentro de um lote.

[b]calculado de amostras que estão a 500 metros de cada amostra de referência ± 500 metros. Usado na simulação para deslocamentos entre lotes.

(Tabela A.3)

TABELA A.3. ARGILA PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (% peso seco)	Freqüência (%)	Argila Média (% peso seco)	DP	N[a]
1	0-14	21,6	9,71	2,83	225
2	15-29	25,3	21,70	4,05	299
3	30-44	23,6	37,95	4,48	278
4	45-59	21,2	50,00	4,00	250
5	60-74	7,5	69,72	3,57	88
6	75-89	0,8	78,80	1,03	10

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 427; 1984b) baseado em 200 amostras.

(Tabela A.4)

TABELA A.4. DECLIVE PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (declive em %)	Freqüência (%)	Declive média(%)	DP	N[a]
1	0-4	32,0	2,0	1,4	378
2	5-9	18,7	6,3	13,8	221
3	10-19	29,3	13,8	2,5	346
4	20-29	13,5	22,8	2,2	159
5	30-39	5,8	37,8	2,9	68
6	40-69	0,6	57,9	3,3	7
7	70-90	0,1	89,0	(0)	1

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 437; 1984b) baseado em 225 medições.

(Tabela A.5)

TABELA A.5. CARBONO PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa (% peso seco)	Freqüência (%)	Carbono Médio (% peso seco)	DP	N[a]
1	<0,50	1,9	0,39	0,08	22
2	0,50-0,86	31,0	0,70	0,11	366
3	0,87-0,99	5,1	0,94	0,03	107
4	1,00-1,49	40,8	1,18	0,13	482
5	1,50-1,99	17,2	1,70	0,14	203

FONTE: Fearnside, 1984b.

[a]De um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 423; 1984b) baseado em 75 amostras.

(Tabela A.6)

TABELA A.6. FÓSFORO PARA A GERAÇÃO DA QUALIDADE INICIAL DO SOLO

Classe	Faixa	Frequência (%)	Fósforo Médio (ppm)	DP	Nª (ppm)
1	0-1	83,8	1,0	0	989
2	2	8,3	2,0	0	98
3	3-4	5,7	3,0	0,1	67
4	5-6	2,1	5,2	0,4	25
5	7-9	0,1	7,0	0	1

FONTE: Fearnside, 1984b.

ªDe um mapa de 1.180 quadras (Fearnside, 1978: 409; 1984b) baseado em 187 amostras.

FATORES METEOROLÓGICOS

Chuva, evaporação e insolação precisam ser simulados para o uso no cálculo da erosão e qualidade da queima. A chuva mensal é gerada para a estação do plantio (janeiro até maio) pela geração de um total para a estação de 1.396,2 mm e um desvio padrão de 300,9 (N=21) e então multiplicando esse total pela proporção do total esperado da estação para cada mês.

Os valores da chuva são atribuídos separadamente para os meses de junho, julho e agosto, usando-se os desvios padrão e médio para a chuva nesses meses (Tabela A.7). O período de queimadas (setembro até dezembro) é tratado da mesma maneira que o período de plantio, usando as proporções do total das estações (Tabela A.7) e o valor para o total da chuva no período gerado da média de 281,7 mm e desvio padrão de 148,1 mm (N=12).

(Tabela A.7)

TABELA A.7. CHUVAS MENSAIS EXPRESSOS COMO PROPORÇÕES DOS TOTAIS DO PERÍODO

Mês	Média	Desvio Padrão	N
Proporções dos totais dos períodos de chuva (jan.-maio)			
Jan.	0,1778	0,0588	21
Fev.	0,2141	0,0880	21
Mar	0,2631	0,0502	21
Abr.	0,2136	0,0505	21
Maio	0,1312	0,0522	21
Chuvas em mm para meses não incluídos nos períodos			
Jun.	77,58	48,18	30
Jul.	58,82	50,74	28
Ago.	28,07	22,39	27
Proporções dos totais dos períodos da queima (set.-dez.)			
Set.	0,1862	0,1099	12
Out.	0,1995	0,1075	12
Nov.	0,1850	0,1377	12
Dez.	0,4293	0,1026	12

FONTE: Fearnside, 1984c.

Os valores para evaporação mensal são calculados a partir de:

$Y = 102,0 - 0,150\ A$	Equação A.3

onde:

Y = evaporação mensal (mm)
A = chuva mensal (mm)

($p<0,0001$, $r=0,57$, EP=32,06, N=45 meses).

A variabilidade é introduzida usando-se um erro padrão (EP) na estimativa para a regressão.

A insolação mensal é então calculada usando-se uma regressão semelhante em chuva mensal.

$Y = 156,68 - 0,180\ A$	Equação A.4

onde:

Y = insolação mensal (horas)
A = chuva mensal (mm)

($p=0,0002$, $r=0,52$, EP=44,05, N=45 meses).

Os parâmetros meteorológicos diários podem ser gerados a partir das distribuições com relação aos totais mensais (Tabela A-8).

(Tabela A-8)

TABELA A.8. VARIABILIDADE METEOROLÓGICA DIÁRIA EXPRESSA COMO PROPORÇÕES DOS TOTAIS MENSAIS[a]

	Precipitação		Evaporação		Insolação	
Mês	DP	N	DP	N	DP	N
Jan.	0,0485	142	0,0219	123	0,0243	122
Fev.	0,0490	113	0,0178	113	0,0307	85
Mar.	0,0412	159	0,0123	153	0,0261	123
Abr.	0,0479	150	0,0270	150	0,0289	120
Maio	0,0696	155	0,0258	155	0,0667	124
Jun.	0,0648	150	0,0302	150	0,0312	120
Jul.	0,0843	155	0,0302	154	0,0162	124
Ago.	0,1096	147	0,0267	146	0,0108	124
Set.	0,0969	120	0,0289	120	0,0136	120
Out.	0,1013	119	0,0250	119	0,0231	69
Nov.	0,1346	120	0,0150	120	0,0263	120
Dez.	0,0677	124	0,0302	124	0,0336	124

NOTA: As médias usadas são totais mensais divididos pelo número de dias no mês.

Alocação do Uso da Terra

FINANCIAMENTO

Estão incluídos no programa 12 tipos de financiamento: 1) compra da terra e empréstimos para a compra da casa; 2) derrubada da floresta virgem, incluindo a limpeza do sub-bosque, (broca), e o empilhamento do material não queimado, (coivara), com empréstimo com prazo de oito anos do plano original (que estava em vigor de 1971 até 1974); 3) empréstimo para derrubada de floresta virgem com juros mais altos e prazos de um ano, que entraram em vigor no ano agrícola de 1974-1975; 4) dívida no INCRA para salários e itens não duráveis comprados a crédito nos primeiros meses do programa de colonização; 5) outras dívidas para itens duráveis (tais como moto-serras); 6) sementes obtidos do INCRA; 7) custeio do arroz (semear, plantar e colher); 8) custeio do milho; 9) custeio de feijão Phaseolus; 10) culturas perenes (pimenta-do-reino ou cacau); 11) gado e pastagem com animais (inclusive cerca); e 12) empréstimos privados, incluindo itens comprados fiado em mercearias pertencentes a colonos nas agrovilas. As freqüências, montantes e termos dos 12 tipos de empréstimo são mostrados na Tabela A.9.

(Tabela A.9)

TABELA A.9. FINANCIAMENTO: FREQÜÊNCIAS, QUANTIAS E TERMOS

TIPO DO EMPRESTIMO	PROBABILIDADE DE FINANCIAMENTO[a]	HECTARES FINANCIADOS N	HECTARES FINANCIADOS MEDIA	HECTARES FINANCIADOS DP	HECTARES FINANCIADOS N	QUANTIA POR HA MEDIA[b]	QUANTIA POR HA N	ANO INICIAL	ANO FINAL	PERIODO DE CARENCIA (anos)	PRAZO DO EMPRESTIMO (anos)	JUROS (%/ano) SEM MULTA[c]	JUROS (%/ano) COM MULTA[c]
1. TERRA E CASA	1,0[e] ou 0,0[f]	Nota g	1(h)	0	Nota g	46.273	Nota j	1	999[k]	3	20	6,0	6,0
2. DERRUBADA VIRGEM tipo 1	0,79	67	6	0	Nota g	1.037	Nota l	1	3	3	8	7,0	12,0
3. DERRUBADA VIRGEM tipo 2	0,74	21	6	0	Nota g	450	Nota m	4	999[k]	0	1	10,0	13,0
4. DIVIDA NO INCRA	1,00[e] ou 0,00[f]	Nota g	1(h)	0	Nota g	7.744	Nota n	1	999[k]	1	4[o]	6,0	6,0
5. BENS DURÁVEIS	0,12	Nota o	1(h)	0		7.588p	Nota q	1	999[k]	3	8	7,0	12,0
6. SEMENTES	1,00	Nota r	3	0	Nota r	202	Nota s	1	4	0	1	6,0	6,0
7. ARROZ	0,73	78	3	0	Nota r	430	Nota t	1	999[k]	0	1	10,0	13,0
8. MILHO	0,67	24	3	0	Nota r	190	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0
9. PHASEOLUS	0,57	28	2	0	Nota r	340	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0
10.CULTURAS	0,50	10	2	0	Nota u	8.748	Nota t	1	999[k])	3	8	10,0	13,0

PERENES														
11.PASTAGEM		0,05	21	5	0	12	1.156	12	1	999[k]	3	8	10,0	13,0
12.PARTICULAR	R	0,10	Nota w	1(h)	0		1.000	Nota w	1	999[k]	0	1	0,0	0,0

FONTE: Fearnside, 1980d (1982b).

NOTAS:

a) Probabilidades de financiamento sendo requerido e recebido no banco pelo colono, dado que ele decidiu usar a cultura em questão como uma cultura comercial e é solvente.

b) Quantidade financiada em cruzeiros de 1 de janeiro de 1975 (US$1=Cr$7,4; salário mínimo=Cr$326,40/mês). Para tipos de empréstimo 1, 4, 5 e 12 esta é o valor do empréstimo. (Todos os valores são corrigidas para inflação de 35% ao ano).

c) Sem multa por pagamento atrasado.

d) Com multa por pagamento atrasado.

e) Para colonos originais.

f) Para colonos recém-chegados.

g) Política governamental.

h) Hectares médios financiados fixados em um e desvio padrão em zero para tipos de empréstimos não baseados em área.

i) Valor do empréstimo (não por hectare).

j) Calculado de Cr$8.000,00 (ponto médio da variação de preço das casas de 5.000,00 - 11.000,00 em cruzeiros não corrigidos de janeiro de 1971), corrigidos para inflação de 1 de janeiro de 1975.

k) Ano de término fixado em 999 de modo que empréstimos deste tipo são disponíveis durante a execução inteira.

l) De cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1972: Cr$400 de 15 de outubro de 1972.

m) De cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1974.

n) De 8 salários mínimos (totalizando Cr$1.342,00 de 1 de janeiro de 1971). (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206). o) Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206.

p) Freqüência de financiamento para motoserras cerca de 0,10 (50 financiadas em aproximadamente 500 colonos em 1973/74, segundo arquivo da ACAR-PARÁ; 6 motoserras financiadas em 61 colonos a partir dos questionários; freqüência de financiamento para trilhadeira, 0,02 (3 financiados em 152 colonos).

q) De financiamento de motoserras do Cr$4.500,00 (não corrigido) para pedidos de empréstimos datados em outubro de 1973.

r) Valor aproximado representando o caso para a maioria dos colonos.
s) Sementes de arroz distribuídos pelo INCRA em janeiro de 1975 por 40 kg (1 ha).

t) Baseado em cédulas de pedido de empréstimos da ACAR-PARÁ de 1974.

u) Da área média de 0,9 ha para pimenta-do-reino e 1,98 ha para cacau em cédulas de pedido de empréstimo da ACAR-PARÁ de 1973 (média de 2 culturas).

v) Da média de valores médios de cacau e pimenta-do-reino em cédulas de pedido de empréstimos da ACAR-PARÁ de 1973: Cr$5.575,00/ha para cacau (DP=280, N=3), Cr$11.920,00 para pimenta-do-reino (DP=3.125, N=3).

w) Valores de empréstimos particulares supostos como estimativa razoável baseado em conversas informais com os colonos. Estes empréstimos podem tomar a forma de crédito em lojas de propriedade de colonos.

Primeiro, todos os colonos originais recebem empréstimos para compra da terra e casa e a dívida no INCRA para salários e itens não duráveis. Colonos simulados podem ter até 20 empréstimos de diferentes tipos e/ou anos. Todos os colonos começam solventes. Colonos que fracassam em pagar o capital e o juro de seus empréstimos do Banco do Brasil ou INCRA serão classificados como insolventes e se tornam inelegíveis para futuros empréstimos provenientes dessas fontes. Uma exceção são os empréstimos do INCRA para sementes, pois, na minha experiência, são dados a todos os colonos, independentemente de solvência. Os empréstimos para sementes foram interrompidos pelo INCRA no ano agrícola de 1975-1976. Se um pagamento é feito atrasado, é cobrada uma taxa mais alta de juros em muitos tipos de empréstimo. A correção monetária para ajuste das dívidas para a inflação pode também ser incluída em qualquer tipo de empréstimo, mas os valores usados para esse parâmetro tornam todos os empréstimos simulados sem correção monetária, dando assim um subsídio substancial do governo para os colonos. Destinar empréstimos sem correção monetária é baseado em várias consultas com representantes do Banco do Brasil em Altamira, de depoimentos do órgão de extensão (ACAR-PARÁ, hoje EMBRATER) e dos contratos de financiamento assinados pelos colonos.

Como uma parte dos processos de decisão para alocações de uso da terra, o número de trechos financiados precisa ser determinado para cada uma das operações relevantes. Considerando-se uma operação (tal como a derrubada) que pode ser auxiliada por um empréstimo, é feita uma verificação para ver se o colono é elegível para o empréstimo. Se for elegível, é feita uma determinação do fornecimento do empréstimo, baseado na probabilidade do financiamento da Tabela A.9. Essas probabilidades são para os colonos que tiveram um empréstimo aprovado e receberam o dinheiro no Banco, pois a lentidão da burocracia do governo normalmente resulta na não liberação da verba até depois que a estação para operações agrícolas já tenha passado na rodovia Transamazônica.

Se um empréstimo for realmente concedido, então precisam ser feitos ajustes adequados aos suprimentos de capital e de mão-de-obra do colono simulado. Junto com o insumo do capital do empréstimo, existe um custo pesado para o colono, tanto em tempo quanto em dinheiro gasto para obter o empréstimo. Estes custos só são arrecadados na simulação para os colonos que realmente recebem empréstimos, uma suposição otimista pois na realidade muitos colonos gastam tempo e dinheiro nos passos iniciais para obter os empréstimos mas na seqüência, fracassam em recebê-los porque o empréstimo não foi aprovado ou porque o colono não quis recebê-los após haver ocorrido atraso excessivo. O custo em dinheiro das idas ao banco para pagar o empréstimo não é incluído nesse ponto, mas é subtraído mais tarde no momento do pagamento no setor de alocação do produto.

Para tipos de empréstimo que são concedidos em uma base por hectare, a quantia do empréstimo adicionada para cada

trecho financiado é calculada multiplicando-se o tamanho de um trecho pela quantia por hectare. Isso é feito para cada trecho financiado. Para empréstimos de uma vez, como os que são concedidos para compra da terra, as quantias são geradas a partir da média e desvio padrão demonstrado para o total de quantias de empréstimo na Tabela A.9. Esses cálculos são feitos só uma vez. No caso dos empréstimos para sementes, do INCRA, o número de trechos financiados para a cultura é calculado das áreas sendo financiadas pelos empréstimos de custeio do Banco do Brasil para a cultura em questão (áreas financiadas em geral, não a área específica para cada colono individual, o qual pode ser insolvente e ainda receber empréstimos para sementes). Os custos para o colono simulado obter os empréstimos só são arrecadados uma vez, sendo que o custo é o mesmo se a área financiada for pequena ou grande. Em empréstimos para o assentamento (terra e casa, dívida no INCRA e bens duráveis) e empréstimos privados não têm custos em mão-de-obra ou em dinheiro. Para outros tipos de empréstimos o custo é deduzido do montante do empréstimo. Isso é feito por frações, a medida em que se considera cada trecho (o custo do financiamento dividido pelo número de trechos financiados provisoriamente) para evitar que o capital do colono se torne negativo. Desde que instrumentos de programação, tais como esses, foram incluídos, o financiamento é considerado, no procedimento de alocação do uso da terra, para determinar se um colono é capaz de orçar cada trecho adicional. O financiamento é considerado em uma base provisória e então todas as mudanças resultantes são desfeitas se, no fim, fica determinado que o colono não é capaz de fazer a alocação que está sendo considerada.

O valor usado para o custo médio em dinheiro do financiamento é de Cr75$1.041. Esse é o ponto médio na variação dos custos de financiamento de Cr$ 595-1.050 dada por Moran (1976: 86), assumindo-se que esses valores se referem ao cruzeiro de 15 de junho de 1974. Esse é um valor um tanto otimista, pois a agrovila estudada por Moran fica somente a 23 km da cidade de Altamira, enquanto que a área de estudo intensivo para o atual estudo de capacidade de suporte é centralizada em uma agrovila a 50 km da cidade (com os custos de transporte para Altamira duas vezes mais alto, com os custos de transporte para os escritórios de ACAR-PARÁ (agora EMBRATER) em Agrópolis Brasil Novo mais ou menos o mesmo). O valor é corrigido para os cruzeiros de 1 de janeiro de 1975 i.e. Cr75$).[1]

O desvio padrão do custo em dinheiro do financiamento é calculado das variações de valores dados por Moran (1976: 86). Os valores máximo e mínimo de 1 de janeiro de 1975 foram usados para aproximar o desvio padrão pelo método de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumindo-se que o número de observações de Moran é de 25 colonos, baseando-se em outros dados apresentados no estudo referido como uma "amostra de 50%" de uma agrovila (agrovilas normalmente abrigam 50 famílias). O valor do desvio padrão assim obtido é Cr75$148. O custo do

financiamento é gerado na simulação a partir do desvio padrão e da média para este custo uma vez por ano para cada colono que tenta obter financiamento.

A perda do trabalho em dias tentando obter um financiamento é gerada de maneira semelhante. O valor para a perda média de trabalho usada é vinte e quatro dias, o ponto central da variação de valores dada por Moran (1976: 86).[2] O desvio padrão foi aproximado usando-se os multiplicadores de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumindo-se um tamanho de amostra de 25 colonos. O valor do desvio padrão obtido desta é de 3,3 dias. A perda de trabalho também precisa ser rateada entre os vários meses do ano. As proporções da perda de trabalho para financiamento, distribuídas por cada mês do calendário, foram as seguintes: janeiro: 0,11, fevereiro: 0,00, mar,o: 0,00, abril: 0,00, maio: 0,11, junho: 0,08, julho: 0,08, agosto: 0,29, setembro: 0,11, novembro: 0,11 e dezembro: 0,00. Essas proporções foram calculadas a partir dos dias de cada uma das diferentes operações de financiamento, usando-se os pontos centrais das variações dadas por Moran (1976: 86). As operações são separadas por meses da seguinte maneira: fazer o plano (julho); confirmação e aprovação (agosto); recebimento de seis pagamentos (igualmente divididos entre: agosto, setembro, outubro, janeiro e maio); e o pagamento do juro do empréstimo (junho).

O dinheiro obtido do empréstimo é alocado na simulação de acordo com o tipo do empréstimo. Empréstimos para bens capitais vão diretamente para bens capitais na simulação, como é requisitado pelo banco mas algumas vezes passado por cima no fato real. Empréstimos privados vão para o dinheiro de consumo, as dívidas no INCRA não são acrescentadas a nenhum dos tipos de caixa, pois presume-se que no primeiro ano os colonos se alimentem com os salários do INCRA. O dinheiro de empréstimos para casas e terra nunca passa através das mãos do colono simulado, como é também o caso com os empréstimos para bens capitais e empréstimos do INCRA para sementes. Outros tipos de empréstimos são acrescentados ao capital do colono.

PREPARO DA TERRA

As decisões de uso da terra são uma parte do processo da alocação do uso da terra. Os trechos de terra disponíveis para alocação no lote são "cortados" (derrubados) ou preparados para plantio, em uma ordem guiada pela preferência do colono simulado para as diferentes categorias de terra disponível para a corte.

Na escolha do primeiro trecho a ser cortado para um dado lote e ano, o primeiro passo é a determinação de quais trechos no lote estão disponíveis para a corte. Aqueles não disponíveis incluem trechos que estão plantados com culturas perenes ou pastagem. Aqueles trechos que estão com mandioca (doce ou brava) no fim do ano agrícola anterior estão também não disponíveis, pois o período de crescimento da mandioca é maior do que um ano. Também, são considerados trechos não

disponíveis para corte se eles têm estado sob cultivo contínuo pelo número máximo de anos permitido antes que o mato torne impossível o plantio de uma nova cultura sem um período de intervalo de pousío. Aqui "cultivo contínuo" inclui culturas anuais, culturas perenes, pastagens, solo nu e mato (com menos de 240 dias). O período de pousío no intervalo será no mínimo até o estágio de "vegetação secundária" (acima de 240 dias). O número máximo de anos permitido em cultivo contínuo é um parâmetro de entrada, sendo usado um valor de dois anos de acordo com a prática normal na rodovia Transamazônica.

A cada um dos trechos considerado "disponível" para corte é designada uma categoria de classe de corte e é conservado um registro do número de trechos disponíveis em cada categoria. As categorias são: 1) mato ou terra nua, no fim do ano agrícola anterior (menos de 240 dias); 2) vegetação secundária com menos de 2 anos; 3) vegetação secundária de 2-3 anos; 4) vegetação secundária de 4-6 anos; 5) vegetação secundária de 7-11 anos; 6) vegetação secundária de 12-16 anos; 7) vegetação secundária de 17-20 anos; 8) vegetação secundária com mais de 20 anos; e 9) floresta virgem (floresta não derrubada anteriormente pelos colonos).

A seguir, o número de trechos financiados para derrubada da floresta virgem é determinado. Isso é feito de acordo com o procedimento previamente descrito para financiamento, baseado na elegibilidade do colono para empréstimos, áreas financiadas em programas de crédito do governo, etc.

O primeiro tipo de corte feito é a derrubada virgem financiada, até que o número de trechos financiados para derrubada virgem seja alcançado, ou até que os recursos do colono simulado estejam esgotados, o que ocorrer primeiro. Começando com um trecho escolhido ao acaso, os trechos são examinados até ser encontrado um trecho virgem, são feitos os ajustes apropriados no capital do colono simulado, dependendo dos termos de financiamento correntes no ano em questão.

Para trechos não influenciados pelo financiamento de derrubada virgem, a categoria de corte, ou categoria de idade, do trecho a ser cortado é escolhida (entre categorias para as quais existem alguns trechos disponíveis no lote), baseado em probabilidades de corte. As classes de derrubada representam as probabilidades de derrubada de alguma quantia dessa classe de uso da terra para fins de conversão a um uso que não seja pastagem, dada a existência no lote tanto da terra virgem quanto da categoria em questão. Essas probabilidades são calculadas como proporções de anos de lote onde a terra da categoria está disponível e então é derrubada (Fearnside, 1984e). As probabilidades usadas são: 1) mato e terra nua: 0,800 (N=60); 2) 8 meses - 2 anos: 0,750 (N=28); 3) 2 - 3 anos: 0,385 (N=13); 4, 5, 6, 7) 4 - 20 anos: tudo presumido como sendo 0,385 (o mesmo que categoria 3); 8) acima de 20 anos: presume-se que seja 1,0 (o mesmo que categoria 9); 9) virgem: 1,0. Esses valores para probabilidades de derrubada são parâmetros de entrada usados para representar o comportamento real dos colonos na rodovia Transamazônica. É

possível examinar os efeitos de mudanças hipotéticas nesse comportamento, tais como manutenção dos períodos de pousío de uma certa duração, alterando-se as probabilidades de corte para tornar as probabilidades para classe de idade abaixo da duração do período de pousío igual a zero e aqueles acima dele iguais a um.

Uma vez identificada a categoria a ser cortada, um trecho é escolhido e cortado nesta categoria. Esse processo continua enquanto progride o procedimento de alocação do uso da terra e termina quando a terra, o trabalho ou os recursos de capital foram esgotados.

ÁREA DE SUBSISTÊNCIA

Aprendizado do Colono e Comportamento na Alocação

A demanda de subsistência é determinada para o colono simulado pelo cálculo do número de hectares de culturas de subsistência necessárias para suprir as quantias de subsistência dessas culturas, inclusive uma margem de proteção contra colheitas pobres. O programa contém uma característica que permite aos colonos o aprendizado da experiência de todos os colonos na área, na estimativa de quanta terra será necessária para suprir as necessidades de subsistência, incluindo a margem para colheitas pobres. Essa característica pode ser incapacitada pelo usuário do programa, se desejar. Para fazer os ajustes do aprendizado, precisa-se computar o desvio padrão e médio de colheitas.

No primeiro ano (ou em execuções sem a característica de aprendizado) são usados a média esperada da colheita e o desvio padrão que entraram como parâmetros do programa. Esses valores iniciais são baseados em publicações oficiais de órgãos de colonização, presumivelmente correspondendo à aquilo que foi dito aos colonos para esperarem quando chegassem. A colheita esperada de arroz é de 1.500 kg/ha (Brasil, INCRA, 1972a: 195); para milho é de 1.500 kg/ha (p. 196); para feijão Phaseolus é de 800 kg/ha (p. 197); para feijão-de-corda Vigna também é presumido os mesmos 800 kg/ha; para mandioca brava é de 6.667 kg farinha/ha ano de crescimento (p. 196); e para macaxeira (mandioca doce) é presumida que é os mesmos 6.667 kg farinha/ha/ano de crescimento. Os desvios padrão são zero para todas as culturas, correspondendo à inexistência de variação nas colheitas. Nos anos subseqüentes, em execuções do programa com a característica de aprendizado, os desvios padrão e médio são ajustados de acordo com a experiência dos colonos simulados.

Margem de Segurança da área de Subsistência

Os hectares necessários para cada cultura de subsistência são calculados pela multiplicação das necessidades de subsistência do produto (calculada anteriormente) vezes o tamanho da família para o lote, acrescentando-se isso ao

produto do estatístico "z" do risco aceitável pelo colono e o desvio padrão esperado para colheitas da cultura e então corrigindo-se o resultado da deterioração esperada pela multiplicação pela soma da deterioração esperada mais um, e a divisão pela colheita mídia esperada para a cultura. O valor para a estatística "z" usado para calcular a margem de segurança que protege o colono contra o fracasso é calculado a partir de uma declaração oficial sobre o risco aceitável. Espera-se que no futuro sejam disponíveis melhores informações que reflitam o ponto de vista do próprio colono nesse item difícil de qualificar. O valor usado foi calculado a partir do Projeto RADAMBRASIL de classificação dos solos da área como tendo "boa produção" se estiverem "mostrando ligeiros riscos de estragos ou de fracasso na cultura devido à irregularidade na distribuição da chuva, com a probabilidade de ocorrência de uma vez em um período de cinco anos" (Brasil, RADAMBRASIL, 1974 Vol. 5: III/117). O período de cinco anos de média para um fracasso corresponde à probabilidade de 0,1294 de fracasso por ano, que corresponde à um valor estatístico "z" de 1,13.

No caso dos feijões, onde há dois tipos (feijão Phaseolus e o feijão-de-corda Vigna) e mandioca (doce e amarga), o tipo de feijão ou mandioca plantado para qualquer ano dado é selecionado e a colheita esperada correspondente a esse tipo é usada nos cálculos da área de subsistência. Um determinado colono só usa um desses tipos na simulação. A probabilidade do tipo Vigna (a probabilidade de que um colono plantará Vigna em vez de Phaseolus em um determinado ano, dado que um dos dois será plantado) é de 0,221, o que é baseado nas proporções das roças de "feijão" estudadas (120 roças de Phaseolus e 34 de roças de Vigna). A probabilidade do tipo mandioca doce (a probabilidade de que um colono plantará macaxeira (mandioca doce) em oposição à mandioca brava em um determinado ano, dado que uma das duas será plantada) é de 0,169, o que é baseado na proporção da variedade doce nas roças de mandioca estudadas (13 doce versus 64 amarga).

Para todas essas culturas (arroz, milho, "feijão" e mandioca) a área de subsistência requerida é calculada com o resultado dos kilogramas do produto para subsistência per cápita vezes o tamanho da família para o lote, mais o produto do estatístico "z" para fracasso aceitável e o desvio padrão esperado nas colheitas da cultura.

MODELANDO ALOCAçõES DE CULTURAS

Decisões de Consorciação

Uma vez tomada a decisão de alocar um trecho para uma dada cultura, o uso da terra precisa ser determinado, inclusive a consorciação com outras culturas. As decisões de consorciação são tomadas baseando-se nas probabilidades de dadas combinações aparecerem, dentro das restrições dos vinte e quatro usos de terra incluídos na simulação. As decisões de alocações originais são feitas na base de culturas simples, e

as culturas consorciadas são acrescentadas à essa cultura principal depois que é tomada a decisão de alocação.

A probabilidade de que o arroz seja plantado sozinho é de 0,43 (N=303 roças de arroz). A probabilidade de arroz consorciado com milho (solteiro, não milho + outra cultura) é de 0,41 (N=303 roças de arroz). A probabilidade de arroz consorciado com mandioca brava é de 0,07. A probabilidade de arroz com mandioca brava é calculada a partir da probabilidade geral de arroz com qualquer tipo de mandioca de 0,083 (25 de 303 roças de arroz) e a proporção de mandioca brava em roças de mandioca de qualquer tipo de consorciação, que é de 0,831 (64 roças de mandioca brava entre um total de 77 roças de mandioca). De maneira semelhante, a probabilidade usada para consorciação de arroz com mandioca doce (macaxeira) é de 0,01, calculado de 0,083 de probabilidade geral de arroz com mandioca e a proporção geral de macaxeira de 0,169. A probabilidade usada de arroz com ambos, milho e mandioca brava foi de 0,04, que é calculado a partir da probabilidade geral de arroz com milho e mandioca de 0,046 e a proporção geral de mandioca doce de 0,169. A probabilidade de arroz consorciado com capim é de 0,03, que é baseado na probabilidade de arroz com capim de 0,026 (8 de 303 roças de arroz) e probabilidade de arroz com capim e milho de 0,003 (1 de 303 roças de arroz, uma combinação não incluída explicitamente na simulação).

A probabilidade de Phaseolus plantado sozinho (em oposição ao plantado com milho verde; milho seco não é contado como uma cultura consorciada) é de 0,90 (N=120 roças de Phaseolus). Esse valor para Phaseolus sozinho na realidade inclui algumas outras combinações não explicitamente incluídas na simulação: 0,808 foi de Phaseolus sozinho, 0,067 foi de Phaseolus com mandioca, 0,008 foi de Phaseolus com milho seco e 0,075 foi de Phaseolus com outras culturas. Este é o único parâmetro de Phaseolus usado; o valor usado é menor que um, como no caso da soma das probabilidades das combinações de arroz. O remanescente (0,10) representa a probabilidade de Phaseolus ser plantado com milho verde. Isto é baseado na probabilidade de 0,092 para Phaseolus com milho verde somente (11 entre 120 roças de Phaseolus) e a probabilidade de 0,008 de Phaseolus com ambos, milho verde e mandioca (1 entre 120 roças de Phaseolus, uma combinação não incluída explicitamente na simulação).

A probabilidade de Vigna sozinho é 0,32 (N=34 roças de Vigna). Essa é a probabilidade de Vigna ser plantado, ou sozinho ou com outras culturas além de milho, verde ou seco. As probabilidades para qualquer uma das combinações são 0,147 para Vigna com mandioca e 0,147 para Vigna com outras culturas. Como a probabilidade de Vigna "sozinho" é a única probabilidade de consorciação usada como um parâmetro de entrada, a diferença entre isso e 1,000 representa a probabilidade de Vigna ser consorciado com milho, verde ou seco. Essa probabilidade é 0,68, que é baseada nas probabilidades de 0,206 para Vigna com milho seco, 0,235 para Vigna com milho verde, 0,000 para Vigna com milho

seco e mandioca, e 0,235 para Vigna com milho verde e mandioca (N=34 roças de Vigna).

A probabilidade para mandioca brava sozinha ou com outras culturas além de arroz ou milho é 0,62 (N=64 roças de mandioca brava) e a probabilidade de mandioca brava com milho é 0,08 (5 de 64 roças de mandioca brava). Essas probabilidades não somam um, a probabilidade restante de 0,30 representando a probabilidade da mandioca brava com arroz e milho (19 de 64 roças de mandioca brava).

A probabilidade da macaxeira (mandioca doce) ser plantada sozinha ou com outras culturas além de arroz ou milho é 0,91 (10 de 11 roças de macaxeira) e a probabilidade de macaxeira consorciada com milho é também 0,00 (0 de 11 roças de macaxeira). Essas probabilidades não somam um, sendo a probabilidade remanescente de 0,09 (1 de 11 roças de macaxeira) de macaxeira com arroz e milho.

As decisões de consorciação não são incluídas separadamente para milho a fim de evitar duplicação com as decisões de consorciação com outras culturas. Alocações que são feitas explicitamente com milho como a principal cultura são, portanto, designadas como milho sozinho e todo o milho que é consorciado é o resultado de designações com outras culturas como a cultura principal.

Alocações para cacau, pimenta-do-reino, pastagem sem animais e pastagem com animais são feitas diretamente sem consorciação.

Restrições da Mão-de-Obra e do Capital

São determinadas primeiramente as operações necessárias para a instalação do uso de terra proposto. Por exemplo, se o uso de terra proposto é arroz e o uso presente da terra é floresta virgem, o custeio tanto da derrubada virgem como do arroz (plantar, capinar e colher, incluindo empilhar e bater ou trilhar) precisa ser conferido. Existem quinze operações consideradas no programa: 1) derrubada; 2) roçagem (derrubada da vegetação secundária) (vegetação secundária é definida como não cultivado pelo menos há oito meses); 3) limpa de mato (sendo mato definido como não cultivado por 2-8 meses) 4) custeio de arroz (incluindo plantar, capinar e colher, mas não a derrubada de vegetação secundária ou limpeza de mato, como no caso do custeio nos empréstimos bancários 5) custeio do milho; 6) custeio de feijão Phaseolus ou Vigna; 7) custeio de mandioca doce ou brava (incluindo a produção da farinha para o controle de mão-de-obra mas não de capital; 8) estabelecimento do cacau; 9) estabelecimento de pimenta-do-reino; 10) estabelecimento de pastagem sem animais (plantio, não incluindo a construção de cercas ou currais); 11) estabelecimento de pastagem com animais (incluindo as cercas e currais); 12) manutenção do cacau (não incluindo o custo de fertilizantes); 13) manutenção do pimenta-do-reino (não incluindo o custo de fertilizantes); 14) manutenção de pastagem sem animais; e 15) manutenção de pastagem com

animais. Os controles exigem parâmetro para a necessidade de mão-de-obra total (Tabela A.10), necessidade de mão-de-obra masculina (Tabela A.11) e custos fixos para cada operação. As necessidades de mão-de-obra para as tarefas que compreendem cada operação são resumidas na Tabela A.12 e as necessidades de custo fixo são dadas na Tabela A.13.

(Tabela A-10)

TABELA A.10. MÃO-DE-OBRA TOTAL REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS POR MÊS

OPERAÇÃO	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Corte												
1. Floresta virgem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	6,9	8,0	0,0	0,0
2. Capoeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	4,8	0,0
3. Mato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,7	0,0
Culturas												
4. Arroz(a)	6,2	3,7	3,7	0,0	0,0	14,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Milho(a)	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0	0,0	0,0	2,0
6. Feijão(a)	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	6,2	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Mandioca(b)	0,0	20,3	20,3	20,3	20,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	20,3
Estabelecimento												
8. Cacau	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	6,0	0,0	22,0	22,0
9. Pimenta-do-reino	27,0	13,5	1,5	4,5	12,0	0,0	46,3	46,3	10,0	30,0	24,0	0,0
10. Pasto sim animais	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Pasto com animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Manutenção												
12. Cacau	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
13. Pimenta-do-reino	1,5	9,0	2,5	1,5	0,0	11,5	1,5	9,0	2,5	0,0	9,0	2,5
14. Pasto sim animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Pasto com animais	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,1	4,1	0,6	0,6	0,6	0,6

FONTE: Fearnside, 1980b.
NOTA: Mão-de-obra total requerida (independente de idade e sexo) em equivalentes de dia de homem/ha (veja texto para justificativa)

(a) Plantío, limpeza e colheita.
(b) Plantío, limpeza, colheita, e preparação de farinha

(Tabela A-11)

TABLA A.11. MÃO-DE-OBRA MASCULINA REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS POR MÊS

OPERAÇÃO	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Corte												
1. Floresta virgem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	6,9	8,0	0,0	0,0
2. Capoeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	4,8	0,0
3. Mato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,7	0,0
Culturas												
4. Arroz(a)	6,2	3,7	3,7	0,0	0,0	14,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Milho(b)	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	0,0	2,0
6. Feijão(a)	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	6,2	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Mandioca(b)	0,0	10,8	10,8	10,8	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	20,3
Estabelecimento												
8. Cacau	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	6,0	0,0	22,0	22,0
9. Pimenta-do-reino	27,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	46,3	46,3	10,0	30,0	24,0	0,0
10. Pasto sim animais	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Pasto com animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Manutenção												
12. Cacau	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
13. Pimenta-do-reino	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	10,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14. Pasto sim animais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Pasto com animais	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,1	4,1	0,6	0,6	0,6	0,6

FONTE: Fearnside, 1980b.

NOTA: Mão-de-obra masculina requerida (homens adultos com pelo menos 18 anos) em dias de homem/ha (veja texto para justificativa).

(a) Plantío, limpeza e colheita.

(b) Plantío, limpeza, colheita, e preparação de farinha

(Tabela A-12)

TABELA A.12 MÃO-DE-OBRA REQUERIDA PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Operação	Tarefa	Meses	Mão-de-obra total média requerida (dias de homem/ha)	DP	N	Fonte	Mão-de-obra masculino (% do total)	Notas
CORTE								
1. Floresta virgem	Broca	Jul., Ago.	11,45	7,04	21	Dados de campo	100	
	Derrubada	Ago., Set.	9,34	3,65	12	Dados de campo	100	
	Queimada	Out.	1,69	3,80	15	Dados de campo	100	
	Coivara	Out.	6,26	8,86	200	Dados de campo	100	Empilhamento de material não queimado para uma segunda queimada
	Corte	Set., Out.	20,0	----	1	Dados de campo	100	
2. Capoeira	Coivara	Nov.	4,79	7,06	40	Dados de campo	100	
3. Mato	Corte	Out.	7,00	5,18	6	Dados de campo	100	Preparação para plantio de arroz
	Coivara	Nov.	1,66	2,32	12	Dados de campo	100	
CULTURAS								
4. Arroz	Plantio	Jan.	6,23	6,26	13	Dados de campo	100	
	Capina	Fev., Mar.	7,40	5,40	207	Dados de campo	100	
	Colheita	Jun.	14,08	10,14	12	Dados de campo	100	
	Trilhagem	Jul.	4,07	1,26	4	Dados de campo	100	Para trilhagem manual. Para trilhagem com máquina requer 2 dias de homem/ha (Smith, 1976b: 158)
5. Milho	Plantío	Dez.	2,0			Smith, 1976b: 194	100	Presumido milho solteiro

	Capina	Fev., Mar.	9,93	9,43	141	Dados de campo	0	
	Colheita	Ago.	5			Smith, 1976b: 194	50	
	Remoção de sementes	Set.	5			Smith, 1976b: 194	50	
6. Feijão (*Phaseolus* ou *Vigna*)	Limpa	Abr.	10.9	(veja nota)				Limpa (limpeza de mato herbáceo em preparação para plantio) não é considerado como uma operação de "corte" no caso de feijão; Pontos médios entre as médias para as duas espécies usadas para necessidades
	Phaseolus		14.8	10,3	10	Dados de campo	100	
	Vigna		7.0	3,00	3	Dados de campo	100	
	Plantio	Abr.		(veja nota)				
	Phaseolus		2,49	1,16	2	Dados de campo	0	
	Vigna		2,49		0			
	Capina	Jun., Jul.	12,34	(veja nota)				
	Phaseolus		9,54	7,50	63	Dados de campo	0	
	Vigna		15,16	20,07	22	Dados de campo	0	
	Colheita	Jul.						
	Phaseolus		4,96	----	1	Dados de campo	100	
	Vigna		4,96		0			
7. Mandioca (brava ou macaxeira)	Plantio	Fev. - Mai.	4,07	4,39	2	Dados de campo	100	Todos os valores corregidos para dar mão-de-obra requerida por ano usando a média do período de crescimento de mandioca brava de 1,29 anos (DP=0,53, N=64); mão-de-obra para preparação de farinha baseado no rendimento médio de mandioca brava de 3.617,7 kg farinha/ha/ano de crescimento (DP=2.002,2, N=15) de dados de campo, e mão-de-obra de beneficiamento de 37 kg/dia de homem (Smith, 1976b: 158)
	Capina	Nov. - Dez.	8,53	6,05	27	Dados de campo	0	
	Colheita	(Toda mão-de-obra distribuída entre os 6 meses com menos trabalho)	11,63	----	1	Dados de campo	100	
	Fabricação de farinha		97,77			Dados de campo; Smith, 1967b: 158	50	

ESTABELECIMENTO

8. Cacau	Preparo da área	Dez.	12,0	Todos os números de: Brasil, INCRA, 1972a: 168	100	Valores de mão-de-obra calculados de equivalentes de mão-de-obra familiar dado para famílias de 2,5 adultos masculinos, derivado usando a mesma tabela de equivalentes usado no presente trabalho (Tabela A.37)
	Sombreamento provisório	Dez.	10,0		100	
	Sombreamento definitivo	Jan.	4,0		100	
	Construção de viveiro	Ago.	5,0		100	
	Enchimento de sacos plásticos	Ago.	6,0		0	
	Plantio de sementes	Ago.	4,0		0	
	Cuidado de mudas	Set.	6,0		0	
	Buracos para mudas	Nov.	16,0		100	
	Adubação	Nov.	2,0		100	
	Plantio de mudas	Jan.	16,0		100	
	Calagem	Nov.	4,0		100	
9. Pimenta-do-reino	Plantio de mudas (estacas) e adubação	Jan.	27,0	Todos os números de: Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	
	Capina durante estabelecimento	Fev.	9,0		0	
	Formação de montes de solo	Fev., Abr.	12,0		0	
	Tratamentos	Mar.	1,5		100	
	Cobertura morta	Mai.	12,0		0	
	Corte de estacas (tutores)	Jul.	46,3	Presunção	100	20 minutos/poste
	Transporte de estacas (tutores)	Ago.	46,3	Presunção	100	20 minutos/poste
	Limpeza da área	Set.	10,0		100	
	Buracos para mudas	Out.	30,0	Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	13 minutos/buraco
	Colocação de	Nov.	24,0		100	10 minutos/poste

	estacas (tutores)							
10. Pasto sim animais	Coleta de sementes	Jan.	2,3	---	1	Dados de campo	100	3 dias de homem/saco de 60 kg, suficiente para semearar 1,3 ha de *Panicum maximum*.
11. Pasto com animais	Corte de estacas para cerca	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 min./poste (espaçamento de 5 m, área do campo=22,7 ha, N=1).
	Transporte de estacas	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 minutos/poste
	Abertura de buracos	Jul. - Ago.	0,58			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	13 min.buraco, valor para postes de pimenta-do-reino
	Colocação de estacas	Jul. - Ago.	0,46			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	Para postes de pimenta-do-reino
	Colocação de arame	Jul. - Ago.	0,89			Presunção	100	20 minutos/poste
	Construção de curral	Jul. - Ago.	4,76	---	1	Dados de campo	100	Curral de 150 m^2
MANUTENÇÃO								
12. Cacau	Adubação	Todas as tarefas distribuídas ao longo do ano inteiro	16,67			Brasil, ACAR-PARÁ, Unidade Operacional Altamira VI, s/d-b [ca. 1974]	100	Convertido do valor em días de homem/1.000 plântulas, usando a densidade recomendada de 1.111 árvores/ha
	Polvilhação		13,33				100	
	Poda		11,11				100	
	Colheita e beneficiamento		48,89				50	
	Capina		17,78				0	
13. Pimenta-do-reino	Capina	Feb., Jun., Ago., Nov.	35			Brasil, INCRA, 1972a: 169	0	
	Poda	Mai., Jun., Set., Dez.	10				100	
	Polvilhação	Jan., Abr., Jul.	6				100	

14. Pasto sim animais	Corte de vegetação secundária invasora	Jul., Ago.	2			Presunção	100	Baseado na baixo padrão de manutenção na área
15. Pasto com animais	Reparos e cuidado do rebanho	Todos os meses	6,60		2	Fearnside & Rankin, 1973, notas de campo	100	De duas fazendas cerca de Santarém
	Corte de vegetação secundária invasora	Jul., Ago.	7,00	5,18	6	Dados de campo	100	Presumido igual à porção referente a corte na operação de corte

FONTE: Fearnside, 1980b (1982b).

(Tabela A-13)

TABELA A.13. CUSTOS MONETÁRIOS FIXOS PARA OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Operação	Item	Custo (Cr75$/ha)	DP	N	Observações
Corte					
1) Floresta virgem	Ferramentas	0			O custo de ferramentas manuais não parece colocar um limite significativo usando-se mão-de-obra familiar. Obs.: moto-serras podem ser substituídas aproximadamente ao mesmo custo por hectare por mão-de-obra contratada e portanto não está incluída explicitamente no programa.
2) Capoeira	Ferramentas	0			
3) Mato					
Culturas					
4) Arroz	Químicos em pilhas de arroz colhido	17,75	18,59	8	Custo por sacos para todas as culturas é deduzido do preço de venda em vez de ser considerado como um custo fixo que pode agir com um pré-requisito para o plantio, pois os sacos podem freqüentemente ser obtidos a credito na época da colheita.

5) Milho	Químicos, etc.	0	0	4	
6) Feijão (*Phaseolus* ou *Vigna*)	Químicos no tratamento da semente	7,60	--	2	
7) Mandioca (brava ou doce)	Cultivo	0			Custos do processamento (depreciação e operação do equipamento) são deduzidos dos preços de venda na simução--não é um pré-requisito para o plantio. Na rodovia Transamazônica os colonos que não têm equipamento podem usar a casa de farinha do vizinho em troca de 30% da produção.
	Fabricação de farinha	0			
Estabelecimento					
8) Cacau	Aldrin (6 kg)	74			De: Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI e CEPLAC, s/d.(*Ca*. 1974). Valores convertidos para Cr75$.
	Construções rústicas	77			
	Sacos plásticos	82			
	Pulverizador	315			
9) Pimenta-do-reino	Químicos, etc.	16,38			De: Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973. Valor convertido pa-

					ra Cr75$. Presume a densida- de recomendada de 1.111 plantas/ha.
10)	Pastagem sem animais	Sementes, ferramen- tas, etc	0		Não é considerado uma bar- reira significativa para o plantio.
11)	Pastagem com animais	Arame pa- ra cercas	74,34		Cerca de 4-arames baseado no preço de Altamira: Cr$350 por rolo de 500 m em fevereiro de 1975
		Gado	459,00		Cr75$2.500/cabeça preço de compra + Cr75$200/cabeça para transporte, presumindo-se a taxa do estoque a 0,17 cabeça/ha.
		Arame para curral	154,17	-- 1	

Manutenção

12)	Cacau	Trata- mento químico	61,52		40 kg/ha/ano de 1% inseticida BHC ao custo de Cr$1,00/kg em 1974 (Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI; e CEPLAC, s/d.(*Ca*. 1974). Nota: a depreciação do equipamento calculada em outra parte do programa.
13)	Pimenta- do- reino	Químicos + ferti- lizante	995,12		Insumos para 1.000 plantas são 15 kg de fungicida "Cuprovit" ou "Cuprosan", 1 litro de inseticida 100% "Malatol", 12 kg de insetici-

				da "Dithane M-45", 600 kg de fertilizante NPK, 4 litros de "Novapol", 3.000 kg de torta de mamona *Ricinus communis*, 500 kg de calcário dolomítico e 500 kg de farinha de osso (Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973). Correção feita para a inflação e para a densidade recomendada de 1.111 plantas/ha.
14)	Pastagem sem animais	Ferramentas etc.	0	Não é considerado uma limitação significativa.
15)	Pastagem com animais	Reparos de cercas, remédios, etc.	300,00	Presumido.

FONTE: Fearnside, 1980d, 1982b.

O primeiro controle feito é para a possibilidade de trabalho total sem mão-de-obra contratada. Para cada mês a necessidade de mão-de-obra total, calculada a partir das necessidades de mão-de-obra total mostrada na Tabela A.10 para a operação em questão e o tamanho do trecho, é subtraída dos valores para o suprimento de mão-de-obra para o mês. Se o suprimento da mão-de-obra da família for insuficiente, então a quantia de mão-de-obra suplementar contratada é determinada, junto com seu custo, baseado no custo de mão-de-obra para aquele mês. Os custos de mão-de-obra são baseados nas taxas vigentes no ano agrícola de 1974-1975, que era de Cr$15/dia para todos os meses exceto para o período da colheita do arroz (junho) e o período da derrubada (agosto-setembro), que era de Cr$20/dia (sem comida incluída no acerto para nenhuma das taxas). Se a quantidade de capital para o lote não for suficiente para pagar a mão-de-obra contratada, então o controle de suficiência de mão-de-obra e de capital será mal sucedido.

Se os suprimentos de mão-de-obra total são adequados, é feito um controle das necessidades de mão-de-obra masculina para determinar se é necessária mão-de-obra contratada adicional antes do retorno de um controle bem sucedido de suficiência de mão-de-obra. A mão-de-obra masculina disponível para cada mês é calculada a partir da mão-de-obra da família mais mão-de-obra contratada (toda a mão-de-obra contratada é considerada masculino adulto), menos a necessidade de mão-de-obra masculina como calculada a partir do produto da necessidade de mão-de-obra masculina por-hectare e o tamanho do trecho. Se a mão-de-obra masculina for insuficiente, então é testada a possibilidade de contratação de mão-de-obra externa para satisfazer essa necessidade. Se a quantidade de capital for maior do que o custo da mão-de-obra vezes o valor absoluto do déficit da mão-de-obra masculina para o mês, então a mão-de-obra é contratada com ajustes apropriados do capital. De outra forma o controle não é bem sucedido. Se a contratação da mão-de-obra para resolver o déficit da mão-de-obra masculina for praticável, então o produto do custo da mão-de-obra e dia de homem necessário é subtraído da quantidade de capital, e o valor para a quantia de mão-de-obra contratada usada é atualizada para refletir a contratação.

A viabilidade em termos de custos fixos de capital é a última necessidade verificada. Para isso, o capital é reduzido pelo produto do custo fixo por hectare para a operação, mês e tamanho do trecho. Se o capital torna-se negativo, então o controle não é bem sucedido. Se o controle foi bem sucedido até esse ponto, então é feita uma determinação da necessidade ou não de um segundo ciclo de controle.

Se a operação que acaba de ser controlada for a primeira parte de uma operação de duas partes, como uma cultura anual

em uma locação de floresta virgem, onde é preciso ser feito um controle para a operação de derrubada e outro para as necessidades do plantio até a colheita, então a operação (uma operação de corte) é re-designada (como uma operação de cultura) e os controles descritos acima de mão-de-obra total, mão-de-obra masculina e custos fixos são executados na nova operação. Se o controle não for bem sucedido em qualquer ponto, então o resultado que não foi bem sucedido é indicado para o uso da terra.

Escolhas da Cultura Comercial

A probabilidade do uso de várias culturas como culturas comerciais é determinada para o lote simulado usando-se as probabilidades para culturas simples (não combinações de culturas consorciadas) serem usadas como comerciais, baseando-se nas freqüências observadas entre os colonos que seguem cada um dos quatro padrões de uso da terra na rodovia Transamazônica. As probabilidades do uso da terra empregadas como parâmetros para o programa foram calculadas a partir de dados como o quociente do número de anos de hectare em cultura comercial de cada cultura em um dado padrão de uso da terra dividido pelo total dos anos de hectare em cultura comercial para aquele padrão de uso da terra. "Hectares comerciais" são áreas em excesso dos valores considerados razoáveis para as necessidades de subsistência somente dependendo da cultura. Essas áreas são para a designação de culturas simples, não combinações de consorciação. A divisão entre áreas de subsistência e comércio foi de 0,5 ha no caso de arroz, milho, Phaseolus e Vigna; 0,2 ha no caso da mandioca brava e da macaxeira e 0,0 ha no caso do cacau, pimenta-do-reino, pastagem sem animais e pastagem com animais. "Anos de hectare comercial" é o produto dos hectares comerciais e o número de anos de colono nos quais a terra foi alocada para essa cultura (ver Tabela 4.5).

Modelando Mudanças do Solo

QUALIDADES DE QUEIMADA

A distribuição dos meses de derrubada é apresentada na Tabela A-14.

(Tabela A.14)

TABELA A.14. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DA DERRUBADA DA FLORESTA VIRGEM

	Mês								
Item	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Número	1	2	16	31	180	82	37	14	363
Porcentagem	0,3	0,6	4,4	8,5	49,5	22,6	10,2	3,9	100

FONTE: Fearnside, s/d-d (1986f).
Média dos dias entre derrubada e queimada = 44,1 (DP = 65,3, N = 138).

Queimadas virgens simuladas são classificadas como "más" ou "boas" dependendo se a Equação A.5 ou A.6 der o valor maior.

$$Y = 3{,}2459 \times 10^{-3} A - 3{,}5933 \times 10^{-3} B + 3{,}4928 \times 10^{-3} C + 7{,}7949 \times 10^{-2} D + 1{,}5809 \times 10^{-1} E + 3{,}8381 \times 10^{-2} F - 6{,}1617 \qquad \text{Equação A.5}$$

onde:

Y = discriminador de má queimada
A = chuva entre derrubada e queimada (mm)
B = evaporação entre derrubada e queimada (horas)
C = insolação entre derrubada e queimada (horas)
D = chuva em 15 dias antes da queima (mm)
E = evaporação em 15 dias antes da queima (mm)
F = insolação em 15 dias antes da queima (horas)
(variância geral = $2{,}43 \times 10^{22}$, N=76).

$$Y = 1{,}2662 \times 10^{-3} A - 5{,}2735 \times 10^{-5} B + 2{,}5793 \times 10^{-3} C + 8{,}8626 \times 10^{-2} D + 1{,}827 \times 10^{-2} E + 3{,}1593 \times 10^{-2} F - 7{,}5752 \qquad \text{Equação A.6}$$

onde:
Y = discriminador de queimada boa
A - F = o mesmo que na Equação A.5
(variância geral = $2{,}26 \times 10^{20}$, N=171).

Estatísticas para funções disriminantes (Equações A.5 e A.6):

Distância Mahalanobis (D^2) = 0,686, estatística F = 5,89, $p<0{,}001$; Igualdade de covariâncias: gl = 21, 93.234, estatística F = 22,47, $p<0{,}0001$. Casos corretamente previstos = 74%, N=247.

(Tabela A.15)

TABELA A.15. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DO CORTE E QUEIMA DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA

Item	*Mês*								
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Total
				Corte					
Número	1	8	8	39	24	20	10	1	111
Porcentagem	0,9	7,2	7,2	35,1	21,6	18,0	9,0	0,9	100
				Queima					
Número	0	0	4	10	50	37	13	5	119
Porcentagem	0	0	3,4	8,4	42,0	31,1	10,9	4,2	100

FONTE: Fearnside, s/d-d (1986f).
Média de dias entre o corte e a queima = 52,6 (DP = 96,1, N = 79).

As queimadas simuladas de vegetação secundária são classificadas entre "más" e "boas" usando como funções discriminantes as Equações A.7 e A.8:

$$Y = 4{,}8378 \times 10^{-4} A - 1{,}3939 \times 10^{-2} B + 2{,}9030 \times 10^{-3} C - 1{,}3692 \times 10^{-1} \quad \text{Equação A.7}$$

onde:

Y = discriminador de má queimada
A = chuva entre corte e queima (mm)
B = evaporação entre corte e queima (mm)
C = insolação entre corte e queima (horas)
(variância geral = $9{,}92 \times 10^{11}$, N=31).

$$Y = -3{,}3761 \times 10^{-3} A - 2{,}0641 \times 10^{-2} B + 6{,}0930 \times 10^{-4} C - 1{,}0033 \quad \text{Equação A.8}$$

onde:

Y = discriminador de boa queimada
A - C = o mesmo que na Equação A.7
(variância geral = $1{,}29 \times 10^{13}$, N=23).

Estatísticas para as funções discriminantes (Equações A.7 e A.8): Distância Mahalanobis (D^2) = 0,566, estatística F = 2,39, $\underline{p}$ = 0,8; Igualdade de covariâncias: gl=6, 15.499, estatística F = 5,78, $\underline{p}$<0,0001. Casos preditos corretamente = 65%, N=54.

MUDANÇAS NO SOLO PELA QUEIMADA

Queimadas de Floresta Virgem

As mudanças das características do solo com a queimada podem ser modeladas com o seguinte conjunto de equações. Nos casos em que a qualidade da queimada representa um fator significativo, isso é representado em equações de regressão múltipla através de variáveis "dummy" (Draper & Smith, 1966: 134-141). Essas variáveis apresentam os efeitos de queimadas "boas" e "más" recebendo os valores de -1,0 e 1,0, respectivamente.

MUDANÇAS NO pH

As previsões das mudanças do pH devem ser feitas separadamente, dependendo da faixa de valores do pH inicial. As mudanças do pH para casos com um pH inicial de menos que 4,0 são dados por

$$Y = 1{,}538 - 0{,}266 A - 0{,}230 B \quad \text{Equação A.9}$$

onde:

Y = mudança do pH
A = variável "dummy" de qualidade de queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)
B = Al^{+++} inicial (meq/100g)
($p<0,0001$, r=0,69, EP=0,609, N=87).

Nos casos em que o pH inicial for de 4,0 até 5,0, a mudança de pH com queimada virgem é dado por:

$$Y = 1,888 - 3,11 \times 10^{-2} A - 6,68 \times 10^{-2} \quad \text{Equação A.10}$$

onde:

Y = mudança de pH
A = argila total inicial (% peso seco)
B = erosão prevista por ano (mm)
($p<0,0001$, r=0,54, EP=0,714, N=67).

Nos casos com um pH maior do que 5,0, a mudança do pH com queimadas virgens é dado por:

$$Y = 5,207 - 0,180 A - 0,814 B - 6,09 \times 10^{-4} C \quad \text{Equação A.11}$$

onde:
Y = mudança de pH
A = variável "dummy" da qualidade de queimada virgem (+1 para má; -1 para boa)
B = pH inicial
C = dias em culturas anuais
($p<0,0001$, r=0,56, EP=0,717, N=180).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = 0,295 - 0,222 A - 0,224 B \quad \text{Equação A.12}$$

onde:
Y = mudança do alumínio (meq/100g)
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
B = variável "dummy" da qualidade da queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)

MUDANÇAS NO FÓSFORO

As mudanças do fósforo com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = -0,778 + 0,677\ A - 0,357\ B \qquad \text{Equação A.13}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = mudança prevista do fósforo a partir dos efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)
B = variável "dummy" de qualidade de queimada virgem (+1 se for má; -1 se for boa)
($p<0,0001$, $r=0,46$, EP= 3,255, N=473).

MUDANÇAS NO NITROGÊNIO

Mudanças no nitrogênio com as queimadas virgens são dadas por:

$$Y = -5,80 \times 10^{-2} - 0,654\ A + 4,89 \times 10^{-2}\ B + 2,63 \times 10^{-2}\ C \qquad \text{Equação A.14}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)
A = nitrogênio inicial (% peso seco)
B = carbono inicial (% peso seco)
C = pH inicial
($p<0,01$, $r=0,46$, EP=$5,88 \times 10^{-2}$, N=52).

MUDANÇAS NO CARBONO

As mudanças do carbono são calculadas usando-se a mesma relação empregada para as mudanças do carbono em roças não queimadas e outros tipos de roças (Equação A.27). A mesma relação também vale para queimadas de vegetação secundária e de mato.

Queimadas de Vegetação Secundária

MUDANÇAS NO pH

Mudanças no pH com a queimada da vegetação secundária (roças com pelo menos oito meses de pousio) são dadas por:

$$Y = 3,4817 - 0,22603\ A - 0,23129\ B - 0,51758\ C - 3,2683 \times 10^{-4}\ D \qquad \text{Equação A.15}$$

onde:

Y = mudança do pH
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
B = mudança do alumínio (meq/100g)
C = pH inicial
D = dias em culturas anuais
(p=0,0001, r=0,51, EP=0,646, N=91).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio sob queimadas de vegetação secundária são dadas por:

Y = 0,16551 - 0,26687 A Equação A.16

onde:

Y = mudanças do alumínio (meq/100g)
A = Al^{+++} inicial (meq/100g)
($p<0,05$, r=0,37, EP=1,53, N=42).

MUDANÇAS NO FÓSFORO

As mudanças no fósforo sob queimadas de vegetação secundária são dadas por:

Y = -1,5170 + 0,74065 A - 0,83055 B Equação A.17

onde:

Y = mudanças do fósforo (ppm)
A = mudanças previstas do fósforo a partir de regressão para efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)
B = variável "dummy" de qualidade de queimada da vegetação secundária (+1 se for má; -1 se for boa)
($p<0,0001$, r=0,56, EP=2,620, N=78).

Queimadas de Mato

Os efeitos da queima do mato, definido como roças com menos de oito meses de pousío, podem ser previstas com o seguinte conjunto de equações. A qualidade de queimada do mato não tem um efeito significativo sobre nenhuma dessas mudanças de fertilidade do solo.

MUDANÇAS NO pH

As mudanças no pH com a queimada do mato são dadas por:

Y = 2,9749 - 0,16504 A - 0,51659 B Equação A.18

onde:

Y = mudança do pH

A = pH inicial

B = Al^{+++} inicial (meq/100g)

($p<0,001$, $r=0,51$, EP=0,74525, N=62).

MUDANÇAS NO ALUMÍNIO

As mudanças no alumínio com a queimada do mato são dadas por:

$$Y = 0,55043 - 0,39232\ B \qquad \text{Equação A.19}$$

onde:

Y = mudança do alumínio (meq/100g)

A = alumínio inicial (meq/100g)

($p<0,05$, $r=0,43$, EP=1,8503, N=28).

MUDANÇAS NO FÓSFORO

A probabilidade de que não haja mudança no fósforo com a queimada do mato é de 0,262 (N=61). Para mudanças que não sejam de magnitude zero, a mudança pode ser prevista por:

$$Y = 3,9375 + 1,2668\ A \qquad \text{Equação A.20}$$

onde:

Y = mudança no fósforo (ppm)

A = mudança do fósforo por ano, prevista através de regres- são para efeitos que não sejam da queimada (Equações A.23, A.24 e A.25)

($p<0,0001$, $r=0,50$, EP=5,0023, N=45).

MUDANÇAS NO SOLO SEM A QUEIMA

As mudanças do solo sob usos de terra que não sejam a pastagem e que resultam de outros processos além da queimada são apresentados pelas equações que se seguem. As mudanças do solo são para períodos de um ano. As mudanças do pH são dadas por:

$$Y = 1,8594 - 0,4187\ A \qquad \text{Equação A.21}$$

onde:

Y = mudança do pH

A = pH da roça no come,o do ano

($p<0,0001$, $r=0,48$, EP=0,8418, N=270).

Mudanças do alumínio em concentração são dadas por:

$$Y = 4{,}8516 \times 10^{-6} - 1{,}5033 \times 10^{-5} A - 1{,}5132 \times 10^{-4} B \qquad \text{Equação A.22}$$

onde:

Y = mudança do Al^{+++} (meq/100g)
A = Al^{+++} da roça no começo do ano (meq/100g)
B = mudança do pH
($p<0{,}0001$, $r=0{,}53$, EP=$1{,}4465 \times 10^{-4}$, N=97).

A equação acima exclui roças com alumínio igual a zero nas condições tanto de "antes" quanto de "depois".

Para predizer a mudança do fósforo, são necessárias relações separadas dependendo da faixa de valores do nível inicial de fósforo. Para níveis iniciais de fósforo de 1 ppm de fósforo total, a probabilidade de mudança zero é de 0,648 (N=108). Mudanças não zero são dadas por:

$$Y = -3{,}4733 + 1{,}4143 A \qquad \text{Equação A.23}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = mudança do pH da roça no come,o do ano
($p<0{,}001$, $r=0{,}58$, EP=1,9841, N=34).

Mudanças do fósforo (P total) nos casos em que o nível inicial do fósforo está na faixa de 2 - 9 ppm são dadas por:

$$Y = 2{,}1671 + 0{,}97151 A - 1{,}0405 B + 2{,}22395 \times 10^{-2} C \qquad \text{Equação A.24}$$

onde:

Y = fósforo (ppm)
A = mudança do pH
B = fósforo da roça no come,o do ano (ppm)
C = Proporção do tempo que a roça ficou nua ou em culturas anuais
($p<0{,}0001$, $r=0{,}69$, EP=2,5049, N=139).

As mudanças do fósforo nos casos em que o nível inicial do fósforo é de 10 ppm ou mais são dadas por:

$$Y = 6{,}8086 - 1{,}4363 A \qquad \text{Equação A.25}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)

A = nível do fósforo no começo do ano (ppm)

(p=0,0001, r=0,86, EP=6,5830, N=13).

As mudanças do nitrogênio (N total), excluindo as roças em pousío por três anos ou mais, são dadas por:

$$Y = -7{,}0371 \times 10^{-2} - 0{,}77136\ A + 9{,}1644 \times 10^{-2}\ B - 3{,}3756 \times 10^{-5}\ C - 1{,}2951 \times 10^{-2}\ D + 4{,}1763 \times 10^{-5}\ E \qquad \text{Equação A.26}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)

A = nitrogênio inicial (% peso seco

B = carbono inicial (% peso seco)

C = dias em culturas anuais

D = pH inicial

E = dias de pousío

(p<0,0001, r=0,77, EP=$3{,}6064 \times 10^{-2}$, N=114).

A mudança do carbono é dada pela Equação A.27. Nesse caso, em vez de excluir todos as pastagens, foram excluídos as roças com pastagens presentes durante mais de 25% do intervalo de comparação.

$$Y = 0{,}1156 + 4{,}3151\ A - 0{,}52549\ B + 3{,}8721\ C \qquad \text{Equação A.27}$$

onde:

Y = mudança do carbono (% peso seco)

A = mudança do nitrogênio (% peso seco)

B = carbono inicial (% peso seco)

C = nitrogênio inicial (% peso seco)

(p<0,0001, r=0,69, EP=0,21106, N=193).

A equação da mudança do carbono é usada para todas as roças, incluindo as roças queimadas e pastagem.

MUDANÇAS NO SOLO SOB PASTAGEM

As mudanças do solo sob pastagem são simuladas usando-se as seguintes equações. As mudanças incluem o sinal da

mudança. As mudanças do fósforo sob pastagem são dadas por:

$$Y = 1,28 - 0,622\ A \qquad \text{Equação A.28}$$

onde:

Y = mudança do fósforo (ppm)
A = fósforo inicial (ppm)
($p<0,05$, $r=0,76$, $EP=1,23$, $N=10$).

As mudanças do nitrogênio sob pastagem são dadas por:

$$Y = 0,094 - 0,691\ A \qquad \text{Equação A.29}$$

onde:

Y = mudança do nitrogênio (% peso seco)
A = nitrogênio inicial (% peso seco)
($p<0,05$, $r=0,73$, $EP=0,059$, $N=10$).

Mudanças do carbono sob pastagem são dadas pela Equação A.30. Deve-se notar que uma distribuição desigual dos valores do carbono inicial torna essa relação não confiável.

$$Y = 0,853 - 0,655\ A \qquad \text{Equação A.30}$$

onde:

Y = mudança do carbono (% peso seco)
A = carbono inicial (% peso seco)
($p<0,05$, $r=0,76$, $EP=0,383$, $N=10$).

Mudanças no pH são dadas por:

$$Y = 3,139 - 0,875\ A - 0,547\ B \qquad \text{Equação A.31}$$

onde:

Y = mudança no pH
A = pH inicial
B = inverso do número de anos no intervalo de comparação
($p<0,01$, $r=0,86$, $EP=0,250$, $N=10$).

O alumínio é calculado usando-se a relação para a qualidade inicial do solo (Equação A.1).

FERTILIZANTES E CALCÁRIO

Os suprimentos de capital e mão-de-obra do colono simulado precisam ser ajustados para a manutenção de culturas perenes e pastagens já estabelecidas no lote. As culturas

estabelecidas são presumidas como mantidas (depois de satisfazer as necessidades de subsistência) independentemente da viabilidade de capital e de mão-de-obra.

A mão-de-obra (total) da família, mão-de-obra masculina e o capital necessários para as operações de manutenção são determinados para cada mês do ano. O déficit em qualquer dos requisitos de mão-de-obra, caso haja algum, é calculado e isso é suprido usando-se mão-de-obra contratada (com deduções apropriadas dos suprimentos de capital) se for possível. Para cacau e pimenta-do-reino, a adubação e calagem para a manutenção depois do ano do plantio são determinadas separadamente na simulação, pois nem todos os colonos reais usam fertilizantes (embora possamos fazer todos os colonos simulados usarem fertilizantes com um conjunto apropriados de probabilidades de fertilização). A decisão de fertilizar o cacau ou a pimenta-do-reino é tomada uma vez por cada lote e ano, no momento da primeira operação de manutenção da cultura envolvida. O valor usado para a probabilidade de fertilização da pimenta-do-reino é de 0,539 (N=26 colonos nos registros do governo: 20 casos do Brasil, ACAR-PARÁ, 1974a). A probabilidade usada para a fertilização do cacau é 0,250, um valor intermediário entre a probabilidade presumida pelo governo de um e a probabilidade de zero indicada pelos dados de campo (N=4).

Se uma cultura perene é fertilizada, presume-se que as dosagens recomendadas pelo governo são seguidas. Se a pimenta-do-reino for fertilizada, as doses são calculadas baseando-se nos níveis de nutrientes no solo do trecho e na idade das plantas de pimenta-do-reino. As dosagens usadas para as várias categorias são mostradas na Tabela A.16. A calagem só é feita no primeiro ano da cultura, também seguindo a dosagem da Tabela A.16.

(Tabela A-16)

TABELA A.16. RECOMENDAÇÕES DO GOVERNO PARA A FERTILIZAÇÃO DE PIMENTA-DO-REINO

Solo Inicial	Ingrediente Ativo da Fertilizante	Dose do ingrediente ativo (kg/ha) Idade da pimenta (anos)			
		1	2	3	4 ou mais
P ≤ 10 ppm	P_2O_5	70	100	150	300
P > 10 ppm	P_2O_5	30	40	50	100
K ≤ 45 ppm	K_2O	60	80	100	200
K > 45 ppm	K_2O	0	0	25	50
N (todos os níveis)	N	40	60	80	100
C (todos os níveis)	torta de algodão[a]	2.222	2.222	2.222	2.222
Al^{+++} ≥ 0,3 meq/100g e: $Ca^{++} + Mg^{++}$ <4 meq/100g	calcário dolomítico	0	0	140	280
Al^{+++}≥ 0,3 meq/100g e: $Ca^{++} + Mg^{++}$ ≤ 4 meq/100g	calcário dolomítico	122	140	280	560
Al^{+++} < 0,3 meq/100g	calcário dolomítico	[b]	0	0	0

FONTE: Brasil, Ministério da Agricultura, IPEAN, 1966; Fearnside, 1980a.
[a]5,71 kg esterco é equivalente a 1 kg de torta de algodão (Albuquerque & Condurú, 1971: 110).
[b]2.000 kg/ha calcário por unidade de Al^{+++} expressa em meq/100g de solo seco ao ar.

Se o cacau for fertilizado, é seguida uma programação semelhante de dosagens de fertilizantes e de calcário, dependendo da qualidade do solo e idade das plantas. Isso é dado na Tabela A.17. Calagem também é feita somente no primeiro ano da cultura.

(Tabela A-17)

TABELA A.17. RECOMENDAÇÕES DO GOVERNO PARA A ADUBAÇÃO DO CACAU.

Análise do Solo Inicial	Ingredientes Ativos da Adubação	IDADE DO CACAU (anos) 1	2	3 ou mais	Percentual do Ingrediente Ativo (a)	Fertilizante
P < 10 ppm	P_2O_5	25	50	100	48	Superfosfato Triplo
P > 10 ppm	P_2O_5	0	10	25	48	Superfosfato Triplo
K < 45 ppm	K_2O	25	50	200	60	Cloreto de Potássio
K > 45 ppm	K_2O	0	10	50	60	Cloreto de Potássio
N todos os níveis	N	10	20	50	20	Sulfato de Amônia
Al^{+++} > 0,2 meq/100 g	calcário dolomítico	2.000 kg/ha por unidade Al^{+++} expresso em meq/100g	0	0	100	Calcário Dolomítico

FONTE: Brasil, IPEAN, 1966.

NOTA: Ingrediente ativo kg/ha.

a) Cruz *et al*., 1976: 6.

O custo do fertilizante e calcário usados é deduzido do capital do colono simulado. Os preços dos fertilizantes e calcário são dados na Tabela A.18. A fertilização é feita antes de calagem; se o colono não tiver capital suficiente para fertilizar um trecho, então não é feita nem a fertilização e nem a calagem. Se um colono fez a fertilização mas não tem dinheiro suficiente para a calagem do trecho, então não é feita a calagem.

(Table A-18)

TABELA A.18. PREÇOS DE FERTILIZANTES E CALCÁRIO EM ALTAMIRA

Item	Data	Preço na Data	Cr75$/kg [a]	Ingrediente Ativo	Percentual do Ingrediente Ativo	Ingrediente Ativo Cr75$/kg
Superfosfato Triplo	10 de abril de 1976	4,70 [b]	2,72	P_2O_5	46 [c]	5,40
Ureia	10 de abril de 1976	4,60 [b]	2,66	N	45 [c]	5,41
Cloreto de Potássio	10 de abril de 1976	2,70 [b]	1,56	K	60 [c]	2,60
Calcário Dolomítico	10 de abril de 1976	0,75 [b]	0,43	Calcário dolomítico	100	0,43
Adubo Orgânico[d]	17 de julho de 1974	0,25 [e]	0,31	Equivalente a esterco de boi	50 [f]	0,61

a) Valores do Cruzeiro corrigidos para 1 de janeiro de 1975, usando-se inflação de 35% ao ano.

b) Preços de Brasil Norte Ltda., Altamira (onde os colonos financiados compram insumos).

c) Coelho & Varlengia, 1972: 1972: 181.

d) Feijão deteriorado e farelo de arroz.

e) Media de Cr$0,30/kg para farelo de arroz e Cr$0,20/kg para feijão deteriorado pago por um colono de descendência japonesa que estava usando 2.222 kg/ha de cada um na pimenta-do-reino.

f) Calculado (para fins de custo) do fato que a dose da mistura de feijão deteriorado e farelo de arroz (nota e) era o dobro ro da dose de esterco recomendada para pimenta-do-reino.

As mudanças nos nutrientes do solo pela fertilização e calagem são feitas quando um trecho é fertilizado ou calado. As mudanças no pH são calculadas de:

$$Y = 0{,}009 + 4{,}05 \times 10^{-4} A \qquad \text{Equação A.32}$$

onde:

Y = mudança do pH

A = a dose de calcário dolomítico em kg/ha

($p<0{,}0001$, $r=0{,}99$, $N=10$).

Os dados para a regressão na Equação A.32 vêm de uma experiência com calcário na Zona Bragantina, onde o solo é latosol amarelo (Ultisol) com um pH inicial de 3,9 (Struchtemeyer et al., 1971: 22). As mudanças do pH para a regressão são 28 dias após a aplicação, e só foram usadas doses de calcário até 8.000 kg/ha (Fearnside, 1978: 549-550). Presume-se um limite máximo de 9,0, acima do qual a calagem não pode elevar o pH.

As mudanças no alumínio do solo provenientes de calagem são calculadas usando-se a mesma regressão do alumínio sobre o pH e conteúdo de argila usada para gerar valores de alumínio para o solo sob floresta virgem (Equação A.1). Os dados das mudanças no alumínio não estão incluídos no relatório dos testes de calagem da Zona Bragantina, embora uma curva desenhada a mão da tendência no alumínio (Struchtemeyer et al., 1971: gráfico 5) indique que é mantida a relação de pH, que é muito semelhante à relação encontrada entre o alumínio e o pH em solo virgem no atual estudo. Os valores para o alumínio são, naturalmente, impedidos de assumirem valores negativos na simulação.

As mudanças no fósforo do solo com a fertilização são calculadas usando-se a regressão dada por:

$$Y = 0{,}0568 A - 6{,}41 \qquad \text{Equação A.33}$$

onde:

Y = mudança no fósforo (ppm)

A = P_2O_5 aplicado (kg/ha)

($p<0{,}0001$, $r=0{,}99$, $N=14$).

Os dados usados para a regressão na Equação A.33 procedem de experiências na zona do cerrado (North Carolina State University, 1974: 89 e 101). É presumido um limite máximo de 100 ppm, acima do qual o fósforo do solo não pode ser elevado através da fertilização.

O fato de que um trecho foi fertilizado é guardado para uso em um ajuste temporário dos níveis de carbono do solo como

um resultado de aplicação de esterco (um efeito que se dissipa depois de um ano) na sub-rotina de produção de pimenta-do-reino.

Somente cacau e pimenta-do-reino são fertilizados na simulação. A pastagem não é fertilizada na simulação, nem é fertilizada pelos colonos reais na rodovia Transamazônica.

EROSãO DO SOLO

A erosão do solo (definida operacionalmente, para os propósitos de modelagem das mudanças da fertilidade do solo, como o abaixamento da superfície do solo) pode ser prevista baseando-se na declividade, informações meteorológicas e composição do solo. Essa medida de erosão realmente inclui também a compactação do solo, mas isso não diminui a utilidade da medida na previsão das mudanças da fertilidade, pois as mudanças na fertilidade, como podem ser demonstradas empiricamente (através da análise de regressão) são relacionadas a essa medida de erosão entre outros fatores.

A erosão foi medida na área usando-se uma série de 47 quadras de estacas (Fearnside, 1980c). Cada quadra era um conjunto de 15 pedaços de cano de plástico enfiado no chão com uma fenda cortada na estaca na altura da superfície. A queda ou elevação no nível do terreno poderia então ser medida mais tarde usando-se uma régua.

As taxas de erosão dependem do uso da terra. Foi considerado o uso da terra aquele existente no dia em que foi registrada a chuva máxima em um período de 24 horas. A média da erosão ao nível de quadra em locais ou de terra nua (menos de 60 dias sem cultivo) ou em roças de culturas anuais de tipos diferentes (arroz, milho, mandioca e feijão Phaseolus) foram todas semelhantes. A regressão usada na simulação para quadras nessas condições é dada por:

$$Y = 0{,}164\ A + 1{,}88 \times 10^{-3}\ B + 1{,}43 \qquad \text{Equação A.34}$$

onde:

Y = erosão da quadra (mm/ano)
A = declive da quadra (%)
B = chuva enquanto a terra for nua ou sob culturas anuais (mm)
($p<0{,}0001$, $r=0{,}89$, EP=2,13, N=17 médias de quadras).

Para outros usos foi usada a erosão em estacas individuais. Declive da estaca (declives sobre distâncias de 30 cm) é relacionada ao declive da quadra (declives sobre distâncias de cerca de 20 m) por:

$$Y = 0{,}462\ A + 313 \qquad \text{Equação A.35}$$

onde:

Y =

declive da estaca (%)

A = declive da quadra (%)

($p<0,001$, $r=0,89$, EP=4,94, N=705 estacas, 47 quadras, gl=45).

A erosão sob pimenta-do-reino é dada por:

$$Y = 0,712\ A + 6,05 \qquad \text{Equação A.36}$$

onde:

Y = erosão da estaca (mm/ano)

A = declive da estaca (%)

($p<0,001$, $r=0,55$, EP=6,10, N=39 estacas).

As medições de erosão nas estacas durante o período de observação, o qual foi de cerca de um ano em todos os casos, são mostradas na Tabela A.19 para usos de terra para os quais as regressões não puderam ser desenvolvidas.

(Tabela A.19)

TABELA A.19. QUEDAS NO NÍVEL DO SOLO SOB OUTROS USOS

Uso da Terra	Média (mm/ano)	DP	N (estacas)
Mato (2-8 meses de pousío)	8,1[a]	5,4	56
Vegetação secundária (> 8 meses de pousío)	6,9[a]	8,7	68
Pastagem	6,7[a]	11,8	105
Cacau jovem	10,0	8,3	40
Floresta Virgem	7,5[b]	5,1	75

FONTE: Fearnside, 1980e (1980c).

[a]Médias que não são significativamente diferentes. Variâncias diferem significativamente ($p < 0,0001$, $F = 25$, gl = 3, 144.710).

[b]Acredita-se que seja alta.

Produções das Culturas

MILHO

A regressão da produção de milho e os multiplicadores associados a esta são derivados de um conjunto inicial de dados de 224 roças de milho. Isso foi primeiro selecionado para remover as roças com: 1) áreas de menos de um hectare; 2) dados questionáveis devido a contradições percebidas ou imprecisão nas respostas dos colonos; 3) casos onde as amostras de solo não vieram do local da roça mas de um local próximo semelhante com história idêntica; e 4) casos com dados incompletos para quaisquer variáveis de regressão: pH do solo, densidade do plantio, densidade de arroz consorciado e densidade de mandioca consorciada. Categorias excluídas de dados válidos foram os casos com danificação por ratos das densidades 3 ou 4, casos com anotação de germinação pobre; e casos com anotação de doenças.

Nos casos em que a densidade do plantio do milho não era conhecida a partir de medições diretas de campo, a densidade foi estimada usando-se uma regressão de densidade sobre o peso das sementes plantadas por hectare, forçada através da origem. Essa regressão é dada por:

$$Y = 414{,}88\ A \qquad \text{Equação A.37}$$

onde:

Y = densidade do plantio do milho (plantas/ha).
A = sementes plantadas (kg/ha).
($p<0{,}0001$, $r=0{,}65$, EP=56,40, N=75).

Para a regressão que prevê as produções de milho a partir de informação de solos e consorciação, as produções de milho são dadas diretamente em kilogramas por mil plantas. Os valores do pH são ajustados para 6,0 de acordo com o modelo de resposta linear e platô (Waugh et al., 1975).

A equação de regressão para a previsão da produção do milho é dada por:

$$Y = 125{,}46\ A - 2{,}92 \times 10^{-2}\ B - 2{,}22 \times 10^{-2}\ C - 8{,}16 \times 10^{-4}\ D - 330{,}00 \qquad \text{Equação A.38}$$

onde:

Y = produção de milho (kg/1.000 plantas)
A = pH (ajustado para 6,0)
B = densidade do plantio do milho (plantas/ha)

C = densidade de mandioca consorciada (plantas/ha)
D = densidade de arroz consorciado (plantas/ha)
($p<0,05$, $r=0,65$, EP=151, N=28).

FEIJÃO PHASEOLUS

A densidade do plantio em plantas por hectare é gerada a partir da regressão na Equação A.39, a qual é forçada através da origem:

$$Y = 1602,8\ A \qquad \text{Equação A.39}$$

onde:
Y = densidade do "feijão" Phaseolus ou Vigna) (plantas/ha)
A = peso das sementes plantadas (kg/ha)
($p<0,0001$, $r=0,82$, EP=55.966, N=28).

(Tabela A.20)

TABELA A.20. RESUMO DAS VARIÁVEIS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO *PHASEOLUS*

Item	Média	Desvio Padrão	N
Sementes plantadas (kg/ha)	29,18	26,15	112
Densidade do Plantio (plantas/ha)	52.666	49.036	114
Milho Consorciado:			
freqüência	11,7%		120
densidade do milho (plantas/ha)	1.698,4	3.688,2	13
Freqüência do plantio em solo previamente plantado quando solo virgem é disponível	9,1%		55

A regressão acima foi executada juntando-se 20 roças de Phaseolus e 8 de Vigna. Quando se executaram regressões semelhantes com o conjunto menor de dados para Phaseolus somente, foi obtido um coeficiente de 1.595,5 ($p<0,0001$, $r=0,82$, EP=257,15, N=20).

Os dados para a regressão da produção de Phaseolus e ajustes associados vem de um conjunto de dados originais de 120 roças de Phaseolus. Isso foi selecionado para remover roças com uma área menor do que um hectare; dados questionáveis (contradições observadas ou imprecisão nas respostas dos colonos) para produção, doenças ou áreas e dados incompletos para produção, densidade, densidade de milho consorciado, doença ou pH do solo. As categorias excluídas dos dados válidos foram as roças com doença de qualquer intensidade e roças com relatório de germinação pobre. Para uso na regressão, foram ajustados os valores do pH para 5,7. O valor crítico de pH 5,7 vem de Coelho & Verlengia (1972: 133). A produção de Phaseolus é dada por:

$$Y = 267,64 - 69,765\ A + 13,777\ B - 1,50 \times 10^{-3}\ C \quad \text{Equação A.40}$$

onde:

Y = produção de Phaseolus (kg/kg semente plantada)
A = densidade do plantio ($\log_{10}$ plantas/ha)
B = pH (ajustado para 5,7)
C = densidade de milho consorciado (plantas/ha)
($p<0,05$, $r=0,79$, EP=29,80, N=13).

(Tabela A.21)

TABELA A.21. RESUMO DAS CONDIÇÕES EXCLUÍDAS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO *PHASEOLUS*

Item	Média	Desvio Padrão	N
Germinação pobre:			
freqüência	5,8%		120
efeito sobre produção[a]	1,002		1
Doença:			
freqüência			
geral	67%		115
solo virgem	78%		50
previamente plantado	100%		5
Efeito sobre a produção	0,3496	0,5728	32

[a]Foi tomada uma decisão *a priori* para excluir germinação pobre de todas as regressões de produção das culturas.

FEIJÃO-DE-CORDA VIGNA

A regressão da produção e valores multiplicadores são derivados de uma série de dados consistindo de 34 roças de Vigna. Isso foi selecionado pela eliminação das roças com uma área de menos de 0,5 ha; dados questionáveis para produção, densidade ou área; casos onde a amostra não veio de uma roça de Vigna mas de uma roça próxima com uma história idêntica; roças com uma produção calculada antes de ensacar (nenhum caso real); e roças com dados incompletos para produção, área, doença, ou pH do solo. Categorias excluídas dos dados válidos foram: roças com doença de qualquer intensidade; roças com problemas de germinação relatados (nenhum caso real); e roças com ataque de coelhos de intensidade 3 ou 4 (pesado e muito pesado).

Para o propósito de modelagem, os valores simulados do pH foram ajustados para 6,0. Nenhum caso real na série de dados usados para a regressão de produção tinha valores de pH tão altos, assim não foram feitos ajustes na análise dos dados. A regressão para prever as produções de Vigna são dados por:

$$Y = 20{,}81\ A - 84{,}40 \qquad \text{Equação A.41}$$

onde:

Y = produção de Vigna (kg/kg semente plantada)

A = pH (ajustado para 6,0)

(p=0,054, r=0,87, EP=13,895, N=5).

(Tabela A.22)

TABELA A.22. RESUMO DAS VARIÁVEIS E DAS CONDIÇÕES EXCLUÍDAS DA REGRESSÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO-DE-CORDA *VIGNA*

Item	Média	Desvio Padrão	N
	Variáveis		
Sementes plantadas (kg/ha)	8,10	7,82	30
	Condições excluídas		
Doença			
freqüência	14,3%		28
efeito sobre a produção	0,0876		1
Coelhos (intensidade 3 or 4)			
freqüência	17,65		34
efeito sobre a produção	0,677		1
Germinação pobre			
freqüência	0%		
efeito sobre a produção	?		

MANDIOCA BRAVA

O período de crescimento da mandioca brava (amarga) é gerado, ou seja, obtido na simulação, a partir do período médio de crescimento de 472 dias e desvio padrão de 193 dias (N=64). Para períodos de crescimento de menos de um ano o multiplicador do período de crescimento é gerado a partir da proporção média da produção de mandioca com 1-2 anos de idade: 31,8 (DP=0,40, N=7). O multiplicador médio correspondente para roças com mais de dois anos de idade é 0,40 (DP=3,7, N=3).

Os dados para os cálculos dos multiplicadores e da regressão da produção da mandioca brava vêm de uma série inicial de dados de 64 roças. Isso foi selecionado para eliminar roças com menos de 0,5 ha de área e roças com dados incompletos para período de crescimento, produção ou área. Categorias excluídas dos dados válidos para a regressão foram as roças com crescimento de menos de um ano e mais de dois anos. Não foram executados ajustes ou transformações nos dados usados na regressão, mas os valores do pH foram ajustados para 5,0 na simulação pois esse foi o maior valor de pH presente na série de dados selecionados. Esse é também um valor razoável para o pH crítico acima do qual maiores elevações não vão melhorar a produção de mandioca. Sabe-se que os valores do pH do solo abaixo de 5,0 reduzem a produção (Almeida & Canúchio Filho, 1972: 160).

A regressão para prever a produção de mandioca brava foi dada por:

$$Y = 4.124,4\ A - 17.369 \qquad \text{Equação A.42}$$

onde:

Y = produção de mandioca brava (kg farinha/ha/12 meses de crescimento)

A = pH (ajustado para 5,0

($p<0,05$, r=0,93, EP=414,22, N=5).

MACAXEIRA (MANDIOCA DOCE)

O período de crescimento da macaxeira é gerado (média=471 dias, DP=103, N=11). Então o pH é ajustado para 5,0, sendo esse valor crítico o mesmo que o usado no caso da mandioca brava. Os dados para o ajuste do período de crescimento e regressão para a previsão da produção de macaxeira são tirados de uma série de dados iniciais de 13 roças de macaxeira. A série de dados foi selecionada para eliminar as roças com áreas de menos de 1,0 ha. Foi requisitada uma área mínima maior para a macaxeira do que para a mandioca brava devido ao vício em roças pequenas por causa da prática de colher a

macaxeira de pouco em pouco para comer cozida ou usar na alimentação de porcos. Infelizmente, não somente precisa-se de áreas maiores para dados confiáveis mas, como as plantações de macaxeira são geralmente menores do que no caso de mandioca brava, muitas roças foram eliminadas. Foram também eliminados quaisquer roças com dados incompletos sobre produção, período de crescimento, área ou pH. Categorias de dados válidos que foram excluídos da regressão eram as roças com um período de crescimento de menos de um ano e as roças com períodos de crescimento de mais de dois anos (esta última condição não existiu em nenhum caso real). A regressão obtida foi dada por:

Y = 587,53 A - 1.559,2	Equação A.43

onde:

Y = produção de macaxeira (kg farinha/ha/12 meses de crescimento)

A = pH (ajustado para 5,0)

(p=0,26, r=0,92, EP=81,50, N=3).

Existem várias razões para o uso da regressão acima apesar da falta de significância estatística e do pequeno número de observações. A regressão faz um paralelo com os resultados para mandioca brava, exceto que as produções da macaxeira são mais baixas. A regressão também confirma impressões de campo.

Em 15 por cento dos casos onde o período de crescimento é menor do que um ano, o multiplicador do período de crescimento (média=3,77, DP=3,74, N=2) ajusta as produções para refletir a taxa de crescimento mais rápido dos tubérculos durante o primeiro ano de crescimento.

PASTAGEM E GADO

A relação usada para a predição da produção do capim colonião Panicum maximum) a partir do fósforo do solo para uso em modelagem foi derivada de experiências feitas com uma outra espécie de capim, braquiária Brachiaria decumbens) em Belém (Serrão et al., 1971). O solo no local das experiências em Belém, era também um latosol amarelo (Ultisol), baixo em fósforo (2 ppm). Para derivar o valor da produção base usada (303,0 kg peso seco/ha/ano), foi feita uma correção para a diferença de produção entre Brachiaria decumbens e Panicum maximum usando-se um fator de 1,12 (Viégas & Kass, 1974: 33).

Foram calculadas as produções como proporções da produção base de capim. A produção base representa o que seria esperado para Panicum maximum em Altamira no solo com um nível de fósforo total de 2 ppm.

A correção usada para a competição de plantas invasoras vem de dados disponíveis a partir de experiências com Brachiaria feitas em Belém, que permitem o calculo da

proporção do peso seco total composto por ervas não comestíveis em anos sucessivos sob pasto não fertilizado (Simão Neto et al., 1973: 9). As proporções para os anos quarto e quinto foram presumidos (otimisticamente) como sendo iguais aos do terceiro ano. A produção simulada de peso seco de capim é então convertida em produção de carne. Isso é feito primeiro pela conversão do peso seco de capim para nutrientes digeríveis totais, usando-se um fator de 0,54 (baseando-se em Vicente-Chandler, 1975: 424, ver Fearnside, 1979a). A produção dos nutrientes digeríveis totais/ha/ano podem ser convertidos para ganho de peso vivo do gado/ha/ano usando-se um fator de 0,14, baseando-se em um fator de conversão usado por Vicente-Chandler (1975: 424) para o cálculo reverso a partir do ganho de peso vivo para a produção de pasto, atribuída ao "Pasture Research Committee, 1943". As capacidades alimentares podem ser calculadas do peso médio do abate na Amazônia de 330 kg e a idade média para o abate de quatro anos (Nascimento & Moura Carvalho, 1973: III-B-32).

Para alcançar esse peso em quatro anos o gado precisa crescer à uma taxa de 82,5 kg/cabeça/ano. Uma capacidade de alimentação ao longo de três anos, calculada ao nível de fósforo do solo de 2 ppm, seria derivada da produção base multiplicada pelos efeitos da competição de plantas invasoras de acordo com idade da pastagem, tirando-se a média dos três anos e convertendo-a para nutrientes digeríveis totais, produzindo uma média de três anos de 187 kg de nutrientes digeríveis totais/ha/ano para Panicum maximum na rodovia Transamazônica. Convertida para ganho de peso vivo, a produção de carne seria de 26,2 kg ganho de peso/ha/ano, como média referente ao período de três anos. Esta produção, dividida pelos 82,5 kg/cabeça/ano, que seria aquilo que o gado precisa ganhar para alcançar o peso de abate programado, dá uma capacidade de alimentação de três anos de 0,32 cabeças/ha. Se as "unidades animais" de 350 kg cada são usadas em lugar dos 330 kg peso por "cabeça" aqui, as capacidades de alimentação correspondentes serão abaixadas em 6,1%.

O peso seco de capim produzido por hectare é calculado a partir da produção base do pasto, o efeito do ano e o coeficiente e constante da regressão da produção do pasto sobre o fósforo (Fearnside, 1979a). A regressão sobre o fósforo é dada por:

$$Y = 4{,}84\ A \qquad \text{Equação A.44}$$

onde:

Y = (produção do pasto com fósforo/produção do pasto sem fósforo) - 1,0

A = fósforo (ppm) - 2,0

Obs: a faixa do fósforo é $0<A<8$ ppm ($p<0{,}01$, $r=0{,}82$, $EP=1{,}27$, $N=8$).

A regressão na Equação A.44 é baseada sobre dados a

partir de uma experiência de fertilização em Brachiaria decumbens em Belém (Serrão et al., 1971). As produções são calculadas para as parcelas fertilizadas, no momento de cada uma das oito cortes do capim nas parcelas experimentais como proporções das produções correspondentes na parcela com o mesmo tratamento, exceto pela adição de fósforo. O valor crítico para a resposta de fósforo foi estimado em 10 ppm usando-se a resposta mais forte de fósforo a partir de testes de fertilização de Brachiaria feitos em Brasília (North Carolina State University, 1974: 101), e os níveis de fósforo acima disso foram considerados como tendo o mesmo efeito que o valor crítico de acordo com o modelo de resposta linear e platô (Waugh et al., 1975). Todos os valores de fósforo usados na conversão foram convertidos para valores em excesso do nível de fósforo na condição não fertilizado (2,0 ppm), e as produções foram expressas em proporções da produção da parcela testemunha para que a regressão pudesse ser forçada através da origem. As relações da produção da pastagem com os efeitos das plantas invasoras e do fósforo são combinadas para dar:

$$Y = A\,(4{,}84\,B - 8{,}68)\,C \quad \text{para fósforo} < 10 \text{ ppm}$$

$$Y = 39{,}72\,A\,C \quad \text{para fósforo} \geq 10 \text{ ppm} \qquad \text{Equação A.45}$$

onde:

Y = produção de pasto (kg peso seco/ha/ano)
A = produção base (valor esperado para o primeiro ano em kg peso seco/ha para Panicum maximum a 2 ppm fósforo; aqui igual a 303 kg/ha/ano)
B = fósforo do solo (ppm)
C = fator ano (decréscimo proporcional a partir da produção do primeiro ano, devido à invasão de plantas invasoras). Valores: primeiro ano: 1,00; segundo ano: 0,63; terceiro ano: 0,49; quarto ano: 0,49; quinto ano: 0,49.

O ganho de peso vivo do gado é calculado a partir da produção do peso seco do pasto multiplicando-se isso pelo ganho de peso por kg de nutrientes digeríveis totais (0,14) e nutrientes digeríveis totais como uma proporção do peso da matéria seca (0,54).

PIMENTA-DO-REINO

As produções de pimenta-do-reino são previstas a partir de uma regressão múltipla sobre o pH, carbono e fósforo do solo (Fearnside, 1980a), baseando-se em dados dos testes de fertilizantes da EMBRAPA em Belém (Albuquerque & Condurú, 1971: 110). Os níveis de nutrientes do solo nas parcelas com

diversos tratamentos de fertilizantes tinham que ser estimados a partir de análises feitas sobre outras experiências que eram conduzidas no mesmo local. Foram usados valores para nutrientes do solo da parcela testemunha de Serrão et al., (1971: 10): pH = 4,7, íons de alumínio = 1,2 meq/100g, carbono = 0,94%, nitrogênio = 0,07%, fósforo assimilável = 4 ppm. Os métodos de análise do solo foram os mesmos que os usados para as amostras tiradas na rodovia Transamazônica para o atual estudo de capacidade de suporte. Os valores críticos usados no ajuste dos altos valores de nutrientes na análise dos dados e na simulação foram: pH = 5,5 (Albuquerque & Condurú, 1971: 98), fósforo = 10 ppm (o nível para "alta" fertilidade usado pela EMBRAPA para recomendações de fertilização de pimenta: Brasil, IPEAN, 1966), carbono = 2,0%. O valor do carbono foi escolhido acima do valor crítico de 1,2% que aplica para a maioria das culturas (Catani & Jacintho, 1974: 33-34) devido às fortes respostas de produção obtidas com aplicação de esterco (Albuquerque & Condurú, 1971: 110) apesar do alto nível (0,94%) do carbono que aplica para o tipo de solo (Serrão et al., 1971: 10). As produções nos testes de fertilizantes foram convertidas para proporções de produção máxima para o ano. A regressão é dada por:

$$Y = 0{,}292\ A + 0{,}383\ B - 0{,}0552\ C - 2{,}119 \qquad \text{Equação A.46}$$

onde:

Y = produção de pimenta-do-reino (proporção de produção máxima para o ano)
A = pH (ajustado para 5,5)
B = carbono (% peso seco, ajustado para 2,0)
C = fósforo (ppm, ajustado para 10,0)
($p<0{,}0001$, $r=0{,}86$, $EP=0{,}187$, $N=24$).

A variabilidade é introduzida na simulação através do erro padrão da estimativa (EP). Os ajustes da produção prevista-por-regressão para refletir as expectativas em Altamira são feitas multiplicando-se a produção prevista na sua forma como uma proporção da produção máxima por um valor oficial para as produções fertilizadas esperadas, nesse caso 5.500 kg sementes secas/ha (Albuquerque et al., 1973: 26). Os efeitos do ano usados para ajustar para o efeito de plantas imaturas foram: 1 ano = 0,00; 2 anos = 0,40; 3 anos = 0,80; 4 ou mais anos = 1,00 (Albuquerque et al., 1973: 26). As plantas na simulação morrem na idade de 12,5 anos, o ponto central da estimativa de Morais (1974b: 7,5) de 10 - 15 anos de expectativa de vida.

O efeito da doença Fusarium é incorporada através de um multiplicador que expressa a proporção da produção esperada de plantas saudáveis. é usado um valor de 0,5, baseado na pressuposição de que as plantas são mortas a uma taxa constante quando um trecho é atacado, e que as plantas

individuais morrem instantaneamente. A probabilidade por ano do estabelecimento de Fusarium em uma dada área onde ainda não tenha se estabelecido é 0,206 (tempo médio para entrar = 3 anos, N=2 áreas); a probabilidade de ataque a um dado trecho onde a doença se encontra estabelecida na área é calculada em 0,293 (médio de anos para que ocorra = 2), e a probabilidade de que um trecho seja morto dado que esteja doente é calculado em 0,206 (médio de anos para que ocorra = 3) (Fearnside, 1980a).

Alocação do Produto

RENDA NÃO AGRÍCOLA

A caça é uma fonte suplementar de renda para aqueles colonos cujo histórico cultural leva-os a se dedicarem a essa atividade. Se um colono simulado é um caçador, a caça precisa ser calculada para o lote, o suprimento de mão-de-obra do colono precisa ser ajustado para o tempo gasto em caçar, e a caça vendida a outros colonos precisa ser contada com complementações apropriadas ao suprimento de dinheiro do caçador para as receitas das vendas.

A caçada só é feita durante o período no qual as populações de caças são consideradas sobreviventes a um nível que vai contribuir com uma quantidade significativa para o suprimento de carne do colono. O valor usado para o fim da caçada é de 15 anos, baseado na descoberta de Smith de que a Agrovila Coco Chato, perto de Marabá, assentada há quinze anos antes, teve uma produção de caça de somente 761 kg/ano (1976b: 171 - 173). Um valor alternativo seria de 21 anos, o ponto no qual a produção seria zero na atual taxa de declínio.

O esforço total gasto na caçada para o ano é calculado de:

$$Y = 84,00 - 2,00\ A \qquad \text{Equação A.47}$$

onde:

Y = esforço de caçada total para o ano (dias de homem/caçador/ano)

A = número de anos desde o começo da caçada (desde o come,o da simulação).

(Tabela A.23)

TABELA A.23. FREQÜÊNCIAS DOS TIPOS DE MÃO-DE-OBRA EXTERNA

Tipo de colono	Tipo de Mão-de-Obra: Diarista	Empresário	Governo ou profissional externo	Mulheres ou crianças que trabalham	Probabilidade de não haver trabalho	Número de observações
Empresário	0,33	0,33	0,17	0,17	0,00	6
Agricultor independente	0,11	0,29	0,00	0,11	0,49	28
Agricultor artesão	0,38	0,04	0,17	0,04	0,37	24
Agricultor trabalhador	0,39	0,09	0,06	0,09	0,37	65

Diferenças entre os tipos de trabalho: $p < 0,0001$, $x^2 = 52,9$, gl = 18, N=121.

(Tabela A.24)

TABELA A.24. MAO-DE-OBRA EXTERNA: DIAS GASTOS E GANHOS POR TIPO DE TRABALHO

	MAO-DE-OBRA TOTAL			MAO-DE-OBRA MASCULINA			GANHOS		
Tipo de Mão-de-obra	Média(a)	DP	N	Media(a))	DP	N	Media	DP	N
Diarista	30,6	41,5	93	30,6	41,5	93	16,25(b)	(0)	Nota c
Empresário	17,5	12,0	2	17,5	12,0	2	0,0920(d)	0,7754	5
Governo/ Profissional	34,0	22,9	3	34,0	22,0	3	8.420,5(e)	6.929,8	7
Mulheres e crianças que trabalham.	217,4	205,2	7	108,9	229,4	7	6.346,2(e)	6.929,8	7

a) Mão-de-obra em dias de homem em/lote/ano gastos em cada tipo de mão-de-obra, dado que um colono se ocupe nessa mão-de-obra. Mão-de-obra masculina é para homens com 18 anos ou mais.

b) Ganhos de pagamentos diários em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/dia de homem adulto.

c) Media de 1 de 12 meses a taxa corrente em 1975 (também usada para entrada como "custo de mão-de-obra"); 9 meses a Cr$15/dia de homem e 3 meses (derrubada) a Cr$20/dia de homem (sem a comida ser incluída). O desvio padrão é presumido como sendo zero, pois não há muita variação de pagamentos entre os lotes em qualquer época do ano.

d) Retorno dos ganhos sobre investimentos em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/cruzeiro de janeiro de 1975 investido, considerando-se como investimento tanto o capital quanto os bens de capital agregados.

e) Ganhos em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975/ano.

(Tabela A.25)

TABELA A.25. DINHEIRO ENVIADO E RECEBIDO DE FORA DA ÁREA

Evento	Probabilidade por ano	N (anos de colono)	Valor, dado > 0 (Cr75$/ano) Média	DP	N
Dinheiro recebido de fora	0,053	263	17.788	20.344	9
Dinheiro enviado para fora	0,011	263	492	121	3

Nota : US$1 = Cr75$7,4 (Cruzeiros de 01/01/75).

Equação A.47 é derivada de dados sobre esforços de caçadas coletados por Smith (1976b: 171-173, 195) em duas agrovilas, três e quinze anos depois do assentamento, respectivamente. A produção de caça por dia de homem é calculada de:

$Y = 14,13 - 0,68\ A$	Equação A.48

onde:

Y = produção de caça em kg/dia de homem

A = esforço de caça em dias de homem.

A Equação A.48 é derivada das observações de Smith (1976b: 171-173), que em uma agrovila com três anos de idade o esforço era de 373 dias de homem/agrovila/ano ou 78 dias/caçador/ano a 3,5 caçadores/agrovila, enquanto em uma agrovila em um local que havia sido assentada há quinze anos, o esforço era de 190 dias de homem/agrovila/ano ou 54 dias/caçador/ano, que produz no assentamento mais recente 12,1 kg/dia de homem versus 4,0 kg/ dia de homem no assentamento mais antigo.

Em seguida é calculada a necessidade de subsistência para caça e para o mês. A necessidade de subsistência por mês em peso de carne limpa é a necessidade de subsistência para carne de qualquer tipo (kg/pessoa/ano) dividido pelos 12 meses e multiplicado pelo tamanho da família. A necessidade de subsistência para carne é discutida na seção sobre alocação do produto no Capítulo 4.

O esforço despendido na caça em cada mês do ano é determinado, com ajustes apropriados feitos nos suprimentos de mão-de-obra (total) da família e mão-de-obra masculina. Todo o trabalho de caça é considerado trabalho masculino. O esforço de caça de cada mês é calculado a partir do esforço anual total de caça para o lote e a proporção do esforço de caçada que recai em cada mês. Essas proporções foram calculadas a partir dos dados fornecidos por Smith (1976b: 357) para o esforço de caçada na Agrovila Nova Fronteira, 90 km ao oeste de Altamira. As proporções são: janeiro: 0,026; fevereiro: 0,082; mar,o: 0,084; abril: 0,148; maio: 0,104; junho: 0,108; julho: 0,124; agosto: 0,136; setembro: 0,016; outubro: 0,014; novembro: 0,072; dezembro: 0,086.

O peso de caça obtido cada mês é calculado como o esforço utilizado no mês vezes a produção por dia de homem de esforço de caçada. Esse valor para peso vivo de caça apanhada é ajustado para se obter o valor para o peso de carne limpa presumindo-se um fator de desperdício da caça de 0,40 (Smith, 1976b: 173). O peso de caça limpa capturada em cada mês é comparado com a necessidade de subsistência por caça por mês. Se a quantidade capturada no mês é menor ou igual à necessidade de subsistência, então toda a caça é comida e

nenhuma é vendida. Se o apanhado é suficiente para satisfazer as necessidades de subsistência, então qualquer excedente de caça é acrescentado ao estoque disponível de caça da comunidade para ser comprada por outros colonos.

DETERIORAÇÃO DE PRODUTOS

(Tabela A.26)

TABELA A.26. DETERIORAÇÃO DE PRODUTOS ESTOCADOS

Item	Conservados para consumo ou venda: Proporção média deteriorada	Desvio padrão	N	Conservados para uso como sementes: Proporção média deteriorada	Desvio padrão	N
Arroz	0,180	0,250	39	0,10	0,17	5
Milho	0,275	0,286	21	0	(0)	1
Phaseolus	0,051	0,092	13	0	(0)	1
Vigna	0	0	3	0	(0)	1
Mandioca brava	0	0	(presumida)	não aplicável		
Macaxeira	0	0	(presumida)	não aplicável		
Cacau	0	0	(presumida)	não aplicável		
Pimenta-do-reino	0	0	(presumida)	não aplicável		

TRANSPORTE PARA MERCADOS

Dado que o transporte seja disponível, o transporte de produtos para o mercado (CIBRAZEM) custa uma média de Cr75$0,12/kg (DP=0,08, N=11 colonos). Se os colonos vendem seus produtos ao Banco do Brasil, eles precisam fazer viagens ao Banco na cidade de Altamira (50 km de distância) para receber o pagamento. O custo médio de cada viagem é de Cr75$37,54 (DP=33,32, N=6). É feita a pressuposição otimista de que são necessárias somente duas viagens para receber o pagamento.

(Tabela A.27)

TABELA A.27. DISPONIBILIDADE DE TRANSPORTE

Zona	Probabilidade que o lote se localiza na zona[a]	Probabilidade de não haver Transporte para o Mercado: 3 Anos iniciais	Anos posteriores	N (km)
1.) Beira da estrada principal	0,26	0,00	0,00	15,00
2.) 10 km iniciais das estradas vicinais	0,40	0,16	0,00	16,75
3.) Fim das estradas vicinais	0,34	1,00	0,23	11,50

[a]Proporção de 232 lotes destinados aos colonos na área em estudo (excluindo as 4 agrovilas).

COMPRA E VENDA DE PRODUTOS

Nem todos os produtos são vendidos ao Banco do Brasil. Foram usadas as freqüências de 1975 de venda ao banco na simulação. A probabilidade de venda de arroz ao Banco foi 0,433 (N=12 colonos), milho foi 0,000 (N=3), e Phaseolus foi 0,000 (N=1). As outras culturas não são compradas pelo banco em Altamira, mesmo que o colono quisesse vendê-las. Quando as colheitas são vendidas ao banco, além do custo das viagens para receber o pagamento, o Banco automaticamente deduz os pagamentos do saldo devedor e do juro devido de empréstimos prévios.

(Tabela A.27a)

TABELA A.27a. PREÇOS DOS PRODUTOS

Produto	Compra (Cr75$/kg)[a]			Venda (Cr75$/kg)[a]		
	Média	DP	N	Média	DP	N
Arroz (com casca)	2,44	0,84	12	1,25	0,24	10
Milho (grãos)	0,85	0,13	3	0,74	0,24	2
Feijão *Phaseolus*	10,62	4,15	12	3,64	1,17	3
Feijão-de-corda *Vigna*	8,85	(3,46)	--[b]	3,02	0,98	--[b]
Mandioca brava (farinha)	2,90	0,60	13	1,87[c]	(0,00)	1
Macaxeira (farinha)	2,90	0,60	--[d]	1,87[c]	(0,00)	--[d]
Cacau (amêndoas secas)	--	--	--	6,00	(0,00)	oficial
Pimenta-do-reino	--	--	--	7,52	(0,00)	1
Caça (peso limpo)	9,23	2,18	5	9,23	2,18	5
Carne enlatada	14,93	4,53	8	--	--	--

[a]US$1 = Cr75$7,4 (cruzeiros de 01/01/75).

[b]Calculado a partir do preço de *Vigna* em relação aos preços de *Phaseolus* em 15 de fevereiro de 1975, quando *Vigna* vendeu por 83,3% do preço das variedades de *Phaseolus* de grãos pequenos (tais como "preto") ou 62,5% do preço das variedades de grãos grandes (tais como "jalo").

[c]Antes da dedução de 30% para o uso do equipamento para a fabricação da farinha (casa de farinha).

[d]Macaxeira (mandioca doce) presumida igual à mandioca brava.

NECESSIDADES DE SUBSISTÊNCIA PARA PRODUTOS AGRÍCOLAS

As quantidades de subsistência de cada cultura tem sido baseadas no ponto médio das quantidades de cultura consumidas pelos compradores e vendedores de culturas entrevistados durante o trabalho de campo. Para arroz (com casca), os compradores consumiam uma média de 105,5 kg/pessoa/ano (DP=57,0, N=16), e os vendedores consumiam uma média de 175,7 kg/pessoa/ano (DP=82,3, N=3). A necessidade de subsistência usada para arroz foi portanto 140,6 kg/pessoa/ano. No caso do milho não houve vendedores na série de dados. A média para compradores foi 195,5 kg/pessoa/ano (DP=264,8, N=4), que foi usado como a necessidade de subsistência para milho (incluindo milho empregado para alimentar galinhas). Isso corresponde a 14,55 kg de frango comido por pessoa por ano, ou uma cultura em pé de 23,84 aves/capita ou 143,07 aves para uma família de seis pessoas. Isso é mais alto do que o bando médio observado de 51,3 galinhas/família (DP=35,3, N=8). Isso é parcialmente compensado pela omissão do arroz como ração de galinhas na simulação. Para "feijão" (tanto Phaseolus como Vigna) a média de consumo entre compradores foi 43,9 kg/pessoa/ano (DP=19,6, N=12), e entre vendedores foi 34,6 kg/pessoa/ano (N=1). Foi usado o ponto médio de 39,3 kg/pessoa/ano como a necessidade de subsistência para "feijão". Para mandioca (tanto mandioca brava como macaxeira), compradores comem uma média de 43,4 kg/pessoa/ano de farinha (DP=31,8, N=13), enquanto vendedores comem 80,0 kg/pessoa/ano (N=1). Foi usado o ponto médio de 61,7 kg/pessoa/ano de farinha como a necessidade de subsistência para mandioca.

NECESSIDADE DE DINHEIRO PARA SUBSISTÊNCIA

A necessidade de dinheiro para subsistência inclui dinheiro para compras para satisfazer qualquer deficiência em estocagem de sementes caso os estoques guardados da própria produção do lote sejam insuficientes. Uma necessidade de dinheiro para subsistência existe também para itens que não podem ser produzidos no lote, tais como roupas, remédios e transporte. A necessidade de dinheiro para subsistência para esses itens totaliza Cr75$1.615,30/pessoa/ano, sendo composto de Cr75$293,53 para vestuário (DP=297,21, N=8 colonos), Cr75$129,91 para querosene, fósforos, sabão, etc., (DP=129,91, N=11), Cr75$145,63 para medicamentos (DP=214,47, N=10), Cr75$1.029,21 para alimentos não cultivados no lote (incluindo carne) (DP=486,30, N=6), Cr75$709,02 para alimentos cultivados no lote (DP=246,54, N=7), Cr75$133,34 para transporte de pessoas (fora viagens para fazer arranjos para financiamento, pagamento das prestações ao banco, e coleta dos pagamentos do banco referentes aos produtos vendidos ao governo) (DP=107,59, N=15), e Cr75$34,61 para outros consumos (DP=69,53, N=7), menos Cr75$151,91 para carne enlatada e caça, para a qual o dinheiro é alocado separadamente. A caça, fora aquela que

é comida diretamente pela família do caçador, pode ser comprada do estoque de caça da comunidade disponível para venda, que procede do que os caçadores na comunidade matam além da quantia consumida por suas famílias. As necessidades de carne são satisfeitas primeiro pela caça já presente e pela transformação do milho em galinhas, e então pela compra da caça se disponível e por último pela compra de carne enlatada.

A dieta dos colonos é composta de calorias, proteína total, e proteína animal obtida das quantidades comidas de gêneros de primeira necessidade, de caça e de carne enlatada, das contribuições de outros produtos normalmente adquiridos com dinheiro e das culturas de tubérculos tais como a parte da produção de macaxeira consumida diretamente como tubérculos, bem como batatas doces Ipomea batatas), inhame ou cará Dioscorea spp.) e, em pequena proporção, taioba Xanthosoma spp.). O consumo de tubérculos, considerado como um suplemento "gratis" da dieta, perfaz a média de 480,19 kg/capita/ano (N=4 lotes), ou 135,39 kg/capita/ano depois de descontar as perdas usando-se um fator de 71,94% para os tubérculos da macaxeira (Carvalho, s/d (1974)). Esse nível de consumo de tubérculos contribui com 176,01 mil calorias/capita/ano (DP=70,44, N=4 lotes) e 1.761 g/capita/ano de proteína total (DP=703, N=4 lotes). A contribuição de proteína animal é zero.

As contribuições dos produtos comprados com dinheiro, dado os padrões de gasto de dinheiro dos colonos observados, totalizam Cr75$5,34/1.000 calorias, Cr75$1.573,85/kg de proteína total e Cr75$1.573,85/kg de proteína animal. A Tabela A.28 dá os preços e as contribuições das principais mercadorias compradas com dinheiro, fora carne enlatada, caça, produtos que são também produzidos nos lotes dos colonos e "outros consumos" incluídos nas necessidades de dinheiro para subsistência. Os preços de produção para itens produzidos no lote foram dados anteriormente na Tabela A.27.

(Tabela A.28)

TABELA A.28. PREÇO E NUTRIÇÃO DE MERRCADORIAS BÁSICAS COMPRADAS COM DINHEIRO.

		Unidades/cápita/ano					Nutrição/unidade(a)			Nutrição/cápita/dia		
Item	Unidade	Média	DP	N	Preço (Cr75$/ unidade)	Custo (Cr75$/ capita/ ano)(b)	Calorias	Proteína total	Proteína animal	Calorias	Proteína total (g)	Proteína animal (g)
Acucar	kg	42,12	23,93	14	3,98	167,64	3.695	0	0	426,10	0	0
Sal	kg	8,95	1,70	14	1,70	15,22	0	0	0	0	0	0
Leite em po	kg	4,11	2,77	13	30,02	123,38	5.080	250	250	57,16	2,81	2,81
Querosene	litro	12,39	7,78	16	3,41	42,25	0	0	0	0	0	0
Cafe	kg	5,15	3.07	14	18,17	93,58	0	0	0	0	0	0
Oleo	litro	11,62	4,54	13	14,20	165,00	10.131	0	0	322,30	0	0
Sabao	kg	10,60	6,06	13	6,82	72,29	0	0	0	0	0	0
Macarrao	kg	2,26	4,65	8	9,09	20,54	3.552	0	0	21,98	0	0
TOTAIS										827,54	2,81	2,81

a) Brasil, ACAR-PARÁ, s/d-a (1974).
b) Tamanho familiar médio em todas as observações = 6,33 (DP =1,40, N=15).

PAGAMENTO DE DÍVIDAS

Os colonos que não venderam sua produção ao Banco do Brasil freqüentemente não pagam seus débitos bancários voluntariamente. A probabilidade observada foi de 0,00 (N=3), mas é presumida a probabilidade de 0,25 para os propósitos da simulação, pois a amostra formal é inadequada e as impressões informais levam-me a esperar um valor um tanto mais alto. O pagamento "voluntário" só é feito dada a disponibilidade de algum dinheiro depois que as necessidades de subsistência tenham sido satisfeitas. Essas probabilidades baixas de pagamentos representam um subsídio substancial para os colonos, tanto na simulação como na rodovia Transamazônica. A partir de 1977, políticas menos indulgentes do Banco e do INCRA a respeito dos colonos que não pagam suas dívidas elevaram essas probabilidades na rodovia Transamazônica.
A probabilidade de pagamento de um empréstimo privado, tal como mercadorias recebidas a crédito das mercearias dos colonos, empréstimos de amigos, etc., é até mais baixa. A probabilidade observada foi 0,00 (N=2), mas foi assumido um valor de 0,10 como uma estimativa mais realística da freqüência com que esses empréstimos são saldados. Existe uma grande variabilidade entre os colonos na rodovia Transamazônica, tanto na disposição do devedor de pagar seus empréstimos como nos extremos a que vão os emprestadores a fim de induzí-los a pagar. A probabilidade geral de pagamento é baixa, em qualquer caso.

NECESSIDADES DE SEMENTES

(Tabela A.29)

TABELA A.29. NECESSIDADES DE SEMENTES

	Necessidades de Sementes (kg/ha)		
	Média	DP	N
Arroz de sequeiro	29,6	13,4	263 roças (qualquer combinação)
Milho	12,5	9,4	66 roças de milho solteiro
Feijão *Phaseolus*	29,2	26,1	112 roças (qualquer combinação)
Feijão-de-corda *Vigna*	8,1	7,8	30 roças (qualquer combinação)

INVESTIMENTO

A classificação da mão-de-obra do colono determina se eles investem seu dinheiro em seus lotes ou em algum outro empreendimento. Os colonos cujo padrão de \mão-de-obra\ \não\ o tipo de colono) é como empresário ou profissional (ou qualquer um desses em combinação com outras atividades de trabalho) investem somente uma parte de seus fundos disponíveis em seus lotes. A proporção usada na simulação é 0,74 (DP=0,38, N=6). De outra maneira todo o dinheiro destinado ao investimento vai para o desenvolvimento do lote.

(Tabela A.30)

TABELA A.30. PROPORÇÕES DE CAPITAL LIVRE INVESTIDO DEPOIS DE SATISFAZER AS NECESSIDADES DE SUBSISTÊNCIA[a]

Tipo de Colono	Proporção do capital livre		
	Média	DP	N
Empresário	0,36	0,17	3
Agricultor independente	0,46	0,40	3
Agricultor artesão	0,22	0,25	6
Agricultor trabalhador	0,13	0,13	2

[a]Capital livre é dinheiro que não é gasto em culturas de subsistência, carne enlatada, ou caça.

(Tabela A.31)

TABELA A.31. PROPORÇÕES DE CAPITAL DE INVESTIMENTO DENTRO DE CADA CATEGORIA GASTO EM COMPRAS DE BENS DE CAPITAL[a]

Tipo de colono	Uso do bem de capital (categoria)		
	Lote	Empresa	Consumo
Empresário	0,33	0,22	0,03
	(2)	(3)	(2)
Agricultor independente	0,05	0,05	0,05
	(1)	(3)	(1)
Agricultor artesão	0,07	(0,00)	(0,00)
	(3)	(0)	(0)
Agricultor trabalhador	0,00	0,00	0,00
	(1)	(1)	(1)

[a]Números em parêntesis são números de observações.

Bens de capital se depreciam a uma taxa calculada em 20% por ano. Isso é baseado em uma média ponderada das taxas de depreciação de moto-serras e trilhadeiras na área de estudo, como mostra a Tabela A.33. Esse valor concorda com a taxa de depreciação usada pelo INCRA para carretas (Brasil, INCRA, 1972a: 194).

Processos Populacionais

POPULAÇÃO INICIAL

(Tabela A.32)

TABELA A.32. CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO INICIAL (NA CHEGADA)

Item	Média	DP	N
Idade do proprietário do lote (anos)	37,03	10,78	123[a]
Probabilidade da presença de esposa	0,898	--	108
Idade de esposa caso presente (anos)	31,87	10,67	112[a]
Probabilidade de dependentes presentes além de esposa, dado que o colono seja casado	0,912	--	91
Probabilidade de outros dependentes presentes, dado que o colono seja solteiro	0,182	--	11[a]
Número de dependentes, além da esposa dado ao menos um presente	4,14	2,27	103[a]
Probabilidade do sexo do dependente, além da esposa, ser masculino	0,53	--	456[a]

[a]Inclui alguns recém chegados na amostra; sem diferenças aparentes.

(Tabela A.33)

TABELA A.33. DEPRECIAÇÃO DE BENS DE CAPITAL.

Item	Espectativa de vida (anos)	Depreciação/ ano	Numero de observações: Máquinas	Numero de observações: Anos	Proporção de Colonos	Número de observações (colonos)	Valor (Cr75$ cada)(a)	Proporção do Total dos Bens de Capital	Depreciação Ponderada
Motoserras	4	0,25	6	2	0,098	61	7.588	0,58	0,14
Trilhadeiras	8	0,13	4	2	0,026	152	21.000	0,42	0,06
Taxa Ponderada de depreciação									0,20

a) US$1 = Cr75$7,4= Cr75$7,4 (cruzeiros de 01 de janeiro de 1975).

(Tabela A.34)

TABELA A.34. RETORNO SOBRE BENS DE CAPITAL RELATIVO AO TRABALHO MANUAL

Ítem	Unidade	Manutenção (Cr75$/ unidade)	DP	N	Combustível Cr75$/ unidade)(b)	N	Custo de mão-de-obra com Máquina (Cr75$/ unidade)(a)	DP	N	Custos totais (Cr75$/ unidade)	Valor do mão-de-obra se Feito Manualmente (Cr75$ /unidade)	DP	N	Retorno relativo médio	Retorno relativo ponderado
Moto-serras	ha derrubado	90,98	19,19	3	107,84(c)	--	46,60	25,00	7	245,42	186,80	73,00	12	0,76	0,44
Trilha-deiras	sacos de arroz(f)				0,47	1	1,13(d)	0,35	2	1,60(e)	4,65	4,20	5	2,91	1,23
Taxa de retorno relativo ponderado															1,67

a) Exclusivo da depreciação.
b) A Cr75$20/dia de homem para derrubada, Cr75$15/dia de homem para outras tarefas. (Cr75$ = cruzeiros de 01 de janeiro de 1975).
c) Calculado de Brasil, INCRA (1974a: 193) (16 litros de gasolina + 4 litros de óleo/ha).
d) Calculado de Moran (1975: 127), contando trabalho infantil como 50% do equivalente de adulto.
e) Não incluindo os custos de manutenção da trilhadeira (não disponíveis).
f) Sacos de 50 kg com casca.

(Tabela A.35)

TABELA A.35. INF0RMAÇÕES DEMOGRÁFICAS

Classe etária	Distri-buição de Idade do dependent (além da mulher)(a)	Probabilidades de imigração individual		Probabilidades de emigração individual		Probabilidades de morte sob alimentação adequada	
		Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher
1	0,077	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0156	0,0118
2	0,074	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
3	0,064	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
4	0,065	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
5	0,052	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
6	0,052	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
7	0,055	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
8	0,036	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
9	0,039	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
10	0,039	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004
11	0,061	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
12	0,055	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
13	0,039	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
14	0,047	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
15	0,017	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003
16	0,025	0,000	0,000	0,0000	0,0323	0,0010	0,0004
17	0,036	0,000	0,000	0,0000	0,1379	0,0010	0,0004
18	0,028	0,067	0,111	0,0303	0,0345	0,0010	0,0004
19	0,011	0,000	0,000	0,1034	0,0000	0,0010	0,0004
20	0,022	0,067	0,000	0,0625	0,0000	0,0010	0,0004
21	0,017	0,067	0,000	0,0968	0,0000	0,0011	0,0004
22	0,017	0,200	0,000	0,0968	0,0714	0,0011	0,0004
23	0,008	0,067	0,000	0,0690	0,0000	0,0011	0,0004
24	0,014	0,000	0,000	0,0385	0,0000	0,0011	0,0004
25	0,003	0,133	0,000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0004
26	0,008	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
27	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
28	0,000	0,067	0,111	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
29	0,006	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
30	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0005
31	0,000	0,000	0,000	0,0435	0,0000	0,0010	0,0007
32	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0435	0,0010	0,0007
33	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
34	0,000	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
35	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0007
36	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
37	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
38	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
39	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
40	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011
41	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
42	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
43	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
44	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
45	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0022
46	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033

47	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033
48	0,000	0,000	0,000	0,0714	0,0000	0,0040	0,0033
49	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0033
50	0,000	0,000	0,000	0,0909	0,0000	0,0040	0,0033
51	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
52	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
53	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
54	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
55	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0041
56	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
57	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
58	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
59	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
60	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0066
61	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
62	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
63	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
64	0,000	0,000	0,111	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
65	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0107
66	0,006	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
67	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
68	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
69	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
70	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0295	0,0183
71	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
72	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
73	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
74	0,000	0,067	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
75	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0478	0,0346
76	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
77	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
78	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
79	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
80	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0564
81	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
82	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
83	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
84	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
85	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1175	0,1000
86	0,003	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,1981	0,1875

a) N = 362 dependentes, agrupados dos colonos originais e recém-chegados

(Tabela A.36)

TABELA A.36. CAPITAL INICIAL E BENS DE CAPITAL

	Capital Liquido			Bens de Capital para: Lote			Bens de Capital para: Empreendimentos			Bens de Capital para: Consumo		
Tipo de Colono	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP	N
Colonos originais												
1.Empresário	0	0	1		0	3	0	0	3	0	0	1
2.Independente	5.265	11.431	14	460	4.210	23	1.166	4.210	23	285	1.067	14
3.Artesão	1.768	3.186	23	0	0	22	0	0	22	97	456	22
4 Trabalhador	2.360	6.958	55	0	0	61	0	0	61	0	0	55
Colonos recém-chegados												
1.Empresário	7.849	11.099	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2
2.Independente	26.296	30.257	9	1.174	3.523	9	2.979	6.533	9	587	1.762	9
3.Artesão	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
4.Trabalhador	1.383	2.461	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6

NOTA: Todos os valores em cruzeiros de 01 de janeiro de 1975 (Cr75$7,4 = US$1,00).

CLASSIFICAÇÃO COMO CAÇADOR

Nem todos os colonos saem para apanhar caça na floresta: muitos que vieram de áreas no Brasil fora da Amazônia têm medo da floresta e desconhecem suas particularidades ou são desdenhosos da caçada como uma atividade de baixo-status. Os poucos colonos que caçam regularmente têm suprido uma parte importante da proteína animal consumida pela comunidade durante os primeiros anos da colonização na rodovia Transamazônica. A condição de cada colono como caçador e não caçador é destinado na simulação baseando-se na probabilidade de 0,07 de que um colono seja um caçador, um valor calculado pelo relatório de Smith (1976: 171-173), baseado em observações em três agrovilas, que existem 2 - 5 caçadores/agrovila. A probabilidade foi calculada usando-se 3,5 caçadores/agrovila (o ponto central da variação das observações de Smith) e presumindo-se as 50 casas normais como o tamanho médio das agrovilas.

MÃO-DE-OBRA FAMILIAR E SAÚDE

(Tabela A.37)

TABELA A.37. EQUIVALENTES DE MÃO-DE-OBRA NO TRABALHO AGRÍCOLA[a]

Faixa Etária (anos)	Homem	Mulher
7-8	0,20	0,15
9-13	0,25	0,20
14-17	0,50	0,40
≥18	1,00	0,75

[a]Proporção da contribuição do masculino adulto.

FONTE: Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 202.

(Tabela A.38)

TABELA A.38. PROBABILIDADES DE DOENÇA POR IDADE E SEXO.

Grupo etário (anos)	Malária		Trauma		Outros	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher	Homem	Mulher
0-4	0,0227	0,0140	0,0027	0,0016	0,0405	0,0260
5-9	0,0185	0,0098	0,0021	0,0009	0,0058	0,0021
10-14	0,0103	0,0038	0,0033	0,0005	0,0018	0,0016
15-19	0,0214	0,0090	0,0062	0,0011	0,0021	0,0005
20-24	0,0198	0,0116	0,0084	0,0011	0,0038	0,0011
25-29	0,0138	0,0191	0,0053	0,0006	0,0024	0,0032
30-34	0,0175	0,0176	0,0095	0,0021	0,0009	0,0021
35-39	0,0130	0,0196	0,0065	0,0039	0,0059	0,0065
40-44	0,0144	0,0025	0,0058	0,0012	0,0023	0,0037
45-49	0,0072	0,0165	0,0046	0,0033	0,0033	0,0033
50-54	0,0248	0,0248	0,0038	0,0000	0,0019	0,0000
55-59	0,0248	0,0062	0,0248	0,0062	0,0331	0,0062
> 60	0,0165	0,0248	0,0414	0,0000	0,0083	0,0124

NOTA: A tabela mostra a probabilidade de que um dado indivíduo contraia uma doença em alguma época de um dado ano. As probabilidades são calculadas a partir do número de admissões no hospital do SESP em Altamira por sexo e classe etária para 1973 dado por Smith (1976b: 217, 235, 239, 247). As proporções de indivíduos na área toda por sexo e classe etária foram calculadas a partir da pesquisa sobre 101 famílias feita por Moran (1975) e modificada por Smith (1976b: 216) para incluir as estimativas de Smith de indivíduos em cada categoria na população (na maioria de trabalhadores migratórios) fora da tutela do INCRA (Smith, 1976b: 216). A estimativa da população total da área usada nos cálculos e de 34.000 (Smith, 1976b: 216). (Obs.: Smith também dá o valor de 24.000: p.20).

(Tabela A.39)

TABELA A.39. PROBABILIDADES MENSAIS DE DOENÇA

	MÊS											
Doença	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Malária(a)	0,061	0,083	0,126	0,067	0,056	0,051	0,067	0,104	0,155	0,092	0,081	0,057
Trauma(b)	0,051	0,080	0,048	0,070	0,090	0,049	0,079	0,103	0,081	0,103	0,141	0,105
Outro(c)	0,083	0,084	0,083	0,083	0,084	0,083	0,084	0,083	0,083	0,084	0,083	0,083

NOTA: A tabela mostra a possibilidade de que ocorram internamentos hospitalares durante um dado mês, dado que o indivíduo contraia a doença em algum momento durante o ano.

a) Probabilidades de malária calculadas a partir de dados da SUCAM para a área de Altamira sobre os números nas positivas encontradas em amostras de sangue de pacientes com suspeita de malária e encaminhados para esse departamento. Calculado de dados em Smith (1976 (1976b: 212).

b) Probabilidades de trauma (acidente) calculadas a partir do número de admissões no hospital do SESP, Altamira 1971, 1972 e 1973. Dados do censo completo dos registros feito por N. Smith foram tirados de Moran (1976: 121).

c) Outras doenças: presumidas iguais a 1/12 para cada mês devido a falta de dados. As diferenças de arredondamento distribuídas aleatoriamente.

(Tabela A.40)

TABELA A.40. DIAS DE TRABALHO PERDIDOS POR DOENÇA

	Dias perdidos[a]			Outros valores	
Doença	Média	DP	N	Smith (1976b)	Moran (1975)
Malária	33,3	23,1	3	14	8
Trauma	86,7	79,0	6	19[b]	
Outro	45,0	30,0	3	14,5[c]	

[a]Dias de trabalho realmente perdidos, não em equivalentes de dia de homem.

[b]Baseado em estimativa de 3 vezes a estadia média em hospital, que foi 6,2 dias.

[c]Baseado em 3 vezes estadia média de hospital de 4,8 dias para gastroenterite e 4,9 dias por doenças respiratórias, e iguais probabilidades de ataques para cada (0,5% da população por ano para cada doença).

FERTILIDADE E MORTALIDADE

A probabilidade de morte por cada deficiência de nutrientes é calculada a partir de:

$$P = (A - 1)\left(1 - \frac{B}{C}\right) \qquad \text{Equação A.49}$$

onde:

P = a probabilidade de morte por ano devido a deficiência de nutrientes (calorias ou proteína).

A = o fator de mortalidade para o nutriente (calorias ou proteína).

B = a quantia média de nutrientes ingeridos per cápita por dia (calorias ou proteína).

C = a necessidade do nutriente per cápita por dia (calorias ou proteína).

Seguindo-se o procedimento de Weisman (1974), somente um dos dois nutrientes é considerado limitador. É usado aquele que dá a mais alta probabilidade de morte relacionada à deficiência de nutriente. Note-se que os níveis de consumo de nutrientes se referem a média anual sobre todos os membros da família.

(Tabela A-41)

TABELA A.41. FERTILIDADE ESPECÍFICA POR IDADE PARA A POPULAÇÃO RURAL BRASILEIRA

Classe	No. Total de mulheres	Total de nascimentos vivos no ano anterior	Probabilidade etária de nascimentos vivos por classe etária
15-19	2.188.350	132.029	0,060
20-24	1.772.913	414.291	0,234
25-29	1.334.934	362.629	0,272
30-34	1.087.643	274.233	0,252
35-39	987.395	198.659	0,201
40-44	837.890	91.988	0,110

FONTE: Valores do recenseamento de 1970 apresentado em Mata et al. (1973: 175).

(Tabela A-42)

TABELA A.42. NECESSIDADES DE CALORIAS E DE PROTEÍNA TOTAL E EFEITOS SOBRE A MORTALIDADE

Idade (Anos comple-tos)	Necessidade de caloria[a] (per cápita/ dia)	Fator de Mortalidade[b] Por falta de Calorias	Necessidade de Proteína Total[c] (g/cápita/dia)	Fator de Mortalidade[d] Por falta de Total de Proteína
0	820	2,6	11,9	3,35
1	1.180	2,35	12,3	2,35
2	1.355	2,35	12,3	2,20
3	1.540	2,35	12,3	2,05
4	1.695	2,1	15,4	1,95
5	1.830	2,1	15,4	1,85
6	1.955	2,1	15,4	1,80
7	2.075	1,8	19,2	1,70
8	2.185	1,8	19,2	1,60
9	2.295	1,8	19,2	1,55
10	2.400	1,55	23,1	1,50
11	2.475	1,55	23,1	1,45
12	2.550	1,55	23,1	1,40
13	2.625	1,25	26,2	1,33
14	2.700	1,25	26,2	1,23
15	2.750	1,25	26,2	1,15
16	2.735	1,25	26,2	1,12
17	2.720	1,05	26,2	1,08
18	2.785	1,05	26,2	1,00
19	2.610	1,05	26,2	1,00
20-39	2.600	1,00	25,4	1,00
40-49	2.470	1,00	25,4	1,00
50-59	2.430	1,00	25,4	1,00
60-69		0		0

[a]De Weisman (1974: B485), que derivou isto da Nações Unidas, World Health Organization (1973).
[b]Um fator expressando o efeito da privação de calorias sobre o excesso de mortalidade nas populações por classe etária. Derivado de Weisman (1974: B493).
[c]Weisman (1974: B488); derivado de Nações Unidas, World Health Organization (1973). Em equivalente da proteína do ovo.
[d]Um fator expressando o efeito da deficiência de proteína total sobre o excesso de mortalidade por classe etária. Derivado de Weisman (1974: B495).

CASAMENTO DOS COLONOS

Ao modelar casamentos, só são considerados explicitamente aqueles de proprietários de lotes. Os jovens (filhos e filhas) que se casam e deixam o lote são considerados como emigrantes individuais, enquanto que esposos de jovens ou outros que se juntam a eles no lote dos pais são considerados como imigrantes individuais. A probabilidade anual de um colono solteiro (proprietário de lote) se casar é 0,069 (N=29

anos de colono solteiro). A idade média de noivas desposando proprietários de lotes foi 21 anos (DP=9, N=2). Esse valor é provavelmente mais alto do que seria se houvesse uma amostragem adequada.

IMIGRAÇÃO E EMIGRAÇÃO

Imigração e emigração estão divididas em dois tipos: nível de deslocamento individual e familiar. Essas têm implicações muito diferentes para o desenvolvimento da área. Quando chegam indivíduos para se juntar à famílias já estabelecidas, como por casamento (de outras pessoas que não o proprietário, que é tratado separadamente), o resultado é um aumento da força de trabalho (e da demanda de produtos) sem mudanças nos padrões de exploração do lote. Os filhos e filhas dos colonos que partem para as cidades, para estabelecer novas propriedades ou para casar, da mesma forma mudam o tamanho da família sem afetar as estratégias básicas. Quando famílias inteiras são substituídas, no entanto, as diferenças de comportamento dos colonos recém-chegados são sentidas.

As probabilidades por ano de um lote receber um imigrante individual são de 0,049 (N=491 anos de lote, 24 imigrantes individuais). A probabilidade de que um imigrante individual recebido em um lote seja masculino é 0,625 (N=24). Dado o sexo do imigrante individual, a probabilidade de que a pessoa pertença a cada classe etária pode ser determinada a partir das probabilidades de imigração específica por sexo e idade, dadas com a informação demográfica na Tabela A.35.

(Tabela A.43)

TABELA A.43. PROBABILIDADE POR ANO DE EMIGRAÇÃO DA FAMÍLIA

Tipo de Colono	Colonos Solteiros: Probabilidade	Colonos Solteiros: Nª	Colonos Solteiros: Número de Colonos Partindo	Colonos Casados: Probabilidade	Colonos Casados: Nª	Colonos Casados: Número de Colonos Partindo
1.) Empresário	0,143[b]	0	0	0,063	16	1
2.) Agricultor Independente	0,200	5	1	0,012	81	1
3.) Agricultor Artesão	0,143	7	1	0,057	88	5
4.) Agricultor Trabalhador	0,105	19	2	0,022	229	5

[a]Anos de colonos.

[b]Presume-se igual aos agricultores artesões.

CAPÍTULO 1: A CORRIDA PARA O DESENVOLVIMENTO NA FLORESTA AMAZÔNICA

A região Amazônica do Brasil, a maior área de floresta úmida tropical da terra, é atualmente o local de uma das grandes descontinuidades na história humana: a substituição irrevogável de um bioma importante por sistemas agrícolas humanos. O rápido aumento da população humana em todo o Brasil, junto com uma forte tendência histórica para a concentração da riqueza e da posse da terra em áreas já ocupadas, criou uma tremenda pressão sobre as pessoas para migrarem para regiões menos populosas. Ao mesmo tempo, a abertura de rodovias em áreas de floresta úmida apresentou às vítimas desalojadas pelas secas como também às grandes empresas, a possibilidade de possuir um pedaço desse recurso tão procurado na Amazônia: terra. Além das muitas tensões ecológicas e humanas, esse processo leva inexoravelmente a um conflito fundamental: a incompatibilidade de demandas infinitas com recursos finitos.

No centro do problema das populações humanas e seus recursos está o conceito de capacidade de suporte: o número de pessoas que podem ser sustentadas indefinidamente em uma área a um dado padrão de vida sem a degradação ambiental, dadas pressuposições apropriadas no que diz respeito à tecnologia e os hábitos de consumo. Exceder a capacidade de suporte pode levar ao fracasso a manutenção de um padrão de vida aceitável e a muitas formas de degradação ambiental. O Brasil, como outros países com problemas semelhantes, pode evitar esses tipos de conseqüências e o sofrimento humano que elas acarretam, através de medidas apropriadas de planejamento. Essas medidas requerem uma melhor compreensão das capacidades de suporte: o que são, quais os fatores que as afetam e como podem ser calculados.

Esse livro é dirigido aos problemas que rodeiam o cálculo da capacidade de suporte para uma área específica da floresta úmida na Amazônia brasileira que está sendo colonizada. São usadas simulações de computador para investigar os fatores que afetam a capacidade de suporte no trecho da rodovia Transamazônica (BR-230), a estrada construída de leste a oeste através do Brasil para estimular a colonização e o desenvolvimento econômico na floresta úmida Amazônica (Figura 1.1).[1] Espera-se que este estudo irá tanto contribuir capacitar planejadores no cálculo da capacidade de suporte como sistematicamente integrar os diversos tipos de informação necessária para tais estudos. Tanto os resultados práticos como os alicerces teóricos da estimativa da capacidade de suporte são importantes pois, na escala dos atuais desenvolvimentos na Amazônia o progresso, mesmo em pequenas quantidades, pode ter um impacto sobre as vidas de um grande número de pessoas, tanto hoje quanto no futuro.

(Fig. 1-1)
(Legenda da Fig. 1-1)

Fig. 1.1. Mapa da Amazônia Legal brasileira, indicando as rodovias existentes. (Fonte: Fearnside,1984f).

AS ÁREAS DE FLORESTA ÚMIDA EM DIMINUIÇÃO

A ILUSÃO DO TAMANHO

Publicações recentes refletem a preocupação com a taxa em que a floresta úmida tropical, inclusive a brasileira, está desaparecendo.[2] Mesmo assim permanece a crença de que a floresta úmida brasileira não tem fim. Em 1980, um motorista de táxi em Altamira na rodovia Transamazônica expressou eloqüentemente esse ponto de vista quando disse-me que do ar a rodovia parecia uma "trilha de saúvas", que mal faziam uma falha na imensa floresta. Pessoas mais influentes já expressaram sentimentos semelhantes depois de fazer o vôo de Brasília a Manaus. A vastidão da Amazônia leva realmente à impressão de que é sem fim, encorajando as pessoas a desprezar quaisquer avisos sobre o desmatamento. A parte do Brasil legalmente classificada como Amazônia tem uma área de cerca de cinco milhões de quilômetros quadrados (km^2), dos quais cerca de 2,5 milhões se encontram em áreas de terra firme onde a vegetação natural é floresta úmida (Pandolfo, 1978: 11, citando dados da F.A.O.). A Amazônia Legal engloba aproximadamente 60% da área total do Brasil. O fato mais importante a ser compreendido sobre a floresta úmida brasileira não é que ela é grande, mas que é finita.

AS FLORESTAS ÚMIDAS BRASILEIRAS EM DIMINUIÇÃO

Embora as estimativas da extensão e taxa do desmatamento da Amazônia brasileira variem, a área total derrubada vem crescendo exponencialmente. A Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) calcula que foram desmatados 115.000 km^2 durante o período de 1966-1975 (ver Tabela 1.1); outros cálculos vão até a altura de 260.000 km^2 derrubados até 1978 (W.E. Kerr, citado por Myers, 1980: 128). As melhores perspectivas para resolver tais discrepâncias são pela interpretação cuidadosa da informação fornecida pelo sensoriamento remoto.

TABELA 1.1. ESTIMATIVAS DA SUDAM SOBRE A DERRUBADA DA FLORESTA AMAZÔNICA

Propósito	Extensão Derrubada (km^2)	
	1966-75	1976-78
Pecuária	45.000	35.000[a]
Pequenos Agricultores	35.000	
Rodovias[b]	30.000	
Exploração Madeireira	5.000	
TOTAL	115.000	

Fonte: C. Pandolfo, chefe do Departamento de Recursos Naturais Renováveis da SUDAM (Myers, 1980a: 123-128).

[a]A partir da cifra de 80.000 km^2 para pecuária no período 1966-1978. Esse 78% salto em três anos corresponderia a um aumento exponencial de 19,2%/ano.
[b]Não é claro porque é necessária tanta área para a construção de rodovias.

(Tabela 1-1)

O Brasil implementou a tecnologia de sensoriamento remoto em seus esforços para mapear e monitorar as florestas e outros recursos naturais da Amazônia (Brasil, RADAMBRASIL 1973-1982; Hammond, 1977a,b). Um meio usado é o radar aéro-transportado de vista lateral (SLAR) o qual, diferente de fotografias aéreas e imagens de satélites, não é afetado pela notória cobertura Amazônica de nuvens. Entretanto, as imagens dos satélites LANDSAT oferecem uma fonte de informação mais barata e regularmente renovada da derrubada da floresta. O Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) tem suas próprias instalações de rastreamento de satélite para receber e processar dados do LANDSAT.[3] Mais tarde os relatórios do INPE, incluindo a interpretação da imagem do LANDSAT para a Amazônia Legal inteira, indicaram que 7.771.175 hectares (ha) tinham sido derrubados até 1978, ou 1,55% da área de 497.552.700 ha (Tardin et al., 1980: 11). A dificuldade de distinguir vegetação secundária de floresta primária nas imagens torna

conservativas as cifras para derrubada calculadas pelo INPE. O melhor exemplo disso é a Zona Bragantina, uma área de 30.000 km^2 perto de Belém que foi inteiramente desmatada no começo deste século (Egler, 1961; Penteado, 1967; Sioli, 1973: 327). Só essa área é maior do que os 28.595 km^2 mostrados pelos dados do LANDSAT como desmatados até 1975 na Amazônia Legal inteira e é quase quatro vezes maior do que os 8.654 km^2 indicados como desmatamento no Estado do Pará (Tardin et al., 1980). Derrubadas "muito pequenas" também não estão incluídas nas estimativas do LANDSAT.

Enquanto que o tamanho da área desmatada até 1978 em relação ao tamanho total da Amazônia Legal é pequena, as áreas desmatadas estão crescendo a uma taxa enorme: 169,88% entre 1975 e 1978 (Tardin et al., 1980: 11), correspondendo a um aumento anual de 17,66%. A forma e a taxa do aumento são muito mais importantes para o futuro da região do que a área absoluta desmatada atualmente.

Os dados do LANDSAT para a derrubada até 1980 ou depois estão disponíveis para sete dos nove Estados e Territórios da Amazônia Legal (ver Tabela 1.2). A derrubada em quatro Estados e Territórios (Rondônia, Mato Grosso, Acre e Roraima) parece ter seguido um forte padrão exponencial durante o período entre 1975-1980, uma tendência que se torna ainda mais aparente quando se considera as derrubadas insignificantes indicadas pelas imagens do radar para essas áreas em 1970 (Brasil, RADAMBRASIL, 1973-1982). No caso de Roraima, onde desmatamento em escala significativa iniciou mais recentemente, a área derrubada aumentou mais que 800% em apenas três anos de 1978 a 1981 (Tabela 1.2).

(Tabela 1-2)

TABELA 1.2. LEVANTAMENTOS DE LANDSAT DA PERDA DE FLORESTA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

ESTADO OU TERRITÓRIO	ÁREA DO ESTADO OU TERRITÓRIO (KM^2)	ÁREA DESMATADA (KM^2)(a)				
		ATÉ 1975(a)	ATÉ 1978(b)	ATÉ 1980(c)	ATÉ 1981	ATÉ 1983
AMAPÁ	140.276	152,50	170,50	--	--	--
PARÁ	1.248.042	8.654,00	22.445,25	33.913,83	--	--
RORAIMA	230.104	55,00	143,75	--	1.169,56(d)	--
MARANHÃO(e)	257.451	2.940,75	7.334,00	10.671,06	--	--
GOIÁS(e)	285.793	3.507,25	10.288,50	11.458,52	--	--
ACRE	152.589	1.165,50	2.464,50	4.626,84	--	--
RONDÔNIA	243.044	1.216,50	4.184,50	7.579,27	--	13.995,20(f)
MATO GROSSO	881.001	10.124,25	28.355,00	53.299,29	--	--
AMAZONAS	1.567.125	779,50	1.785,75	--	--	--
					--	--
AMAZÔNIA LEGAL	5.005.426(g)	28.595,25	77.171,75	--	--	--

PORCENTAGEM DO ESTADO OU TERRITÓRIO CLASSIFICADA COMO DESMATADA

AMAPÁ	0,109	0,122	--	--	--
PARÁ	0,693	0,798	2,717	--	--
RORAIMA	0,024	0,062	--	0,508	--
MARANHÃO(e)	1,142	2,849	4,145	--	--
GOIÁS(e)	1,227	3,600	4,009	--	--
ACRE	0,764	1,615	3,032	--	--
RONDÔNIA	0,301	1,722	3,118	--	5,76
	1,140	3,218	6,050		
MATO GROSSO				--	--
	0,050	0,114	--		
AMAZONAS				--	--
				--	--

AMAZÔNIA LEGAL	0,571	1,542	--	--	--

FONTE: Atualizado de Fearnside, 1984a.

a)Ver o texto para explicação de porque esses valores são sub-estimativas.

b)Tardin *et al.*, 1980.

c)Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1980.

d)Dados sobre Roraima listados aqui para "1981" são de 2 imagens de 1980, 6 de 1981 e 2 de 1982 (Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1983a: 33 e 73). O uso dos mesmos valores para "1982" (Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1983a: 74) subestima a taxa de desmatamento.

e)Estados que não são inteiramente dentro da Amazônia Legal. O norte de Goiás se tornou o Estado do Tocantins em 1989.

f)Dados de Rondônia são de Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1985a, Ver Fearnside & Salati, 1985.

g)Inclui 27.138 km^2 das superfícies de água (Brasil, IBGE, 1982: 28), seguindo a pratica do Brasil, IBDF, 1983b.

Uma série de tempo mais detalhada de dados do desmatamento do LANDSAT para uma parte de Rondônia sugere uma tendência exponencial no período de 1973-1978 nesse foco de intensa migração (Fearnside, 1982a). Dados de imagens LANDSAT de 1983 indicam a continuação da tendência exponencial em Rondônia, chegando a 5,7% da superfície do Estado (Fearnside & Salati, 1985). Dados de um outro satélite (o sensor AVHRR no satélite meteorológico NOAA-7) indica continuação até 1985, quando 12,6% do Estado tinha sido desmatado (Malingreau, 1986), assim mais que dobrando a área derrubada em apenas dois anos. Dado o contínuo fluxo de migrantes e investidores para a região, pode-se presumir razoavelmente que a área derrubada tem aumentado substancialmente desde a data das imagens mais recentes usadas para essas estimativas.

CONCENTRAÇÃO DO DESMATAMENTO

A quantidade e a taxa do desmatamento variam grandemente entre as regiões da Amazônia. As maiores concentrações estão localizadas ao longo do trajeto norte-sul da rodovia Belém-Brasília (BR-010) e suas estradas vicinais, e ao longo da faixa leste-oeste da rodovia Cuiabá-Porto Velho (BR-364) em Rondônia. As cifras médias portanto dão apenas uma pequena idéia do impacto humano nas áreas de colonização intensiva (Fearnside, 1984a, 1986b).

Em Rondônia a migração intensiva resultou em um aumento na população humana a uma taxa de 14,6% ao ano entre 1970 e 1980, o que levaria a uma duplicação em menos de cinco anos (Figura 1.2). A ilusão de infinito da floresta úmida Amazônica é um resultado natural da predisposição humana de fazer projeções lineares das tendências em vez de exponenciais. Mesmo em um país como o Brasil onde a inflação progrediu as taxas que variavam de 20% até acima de 200% ao ano, as pessoas se surpreendem continuamente com o aumento dos preços quando fazem suas compras semanais. Muitas vezes se encontram pessoas mais velhas que estão sem saber nem como explicar o valor do dinheiro de um período anterior: pessoas que, por exemplo, compravam uma casa pelo preço de uma Coca-Cola hoje em dia. É a mesma dificuldade na assimilação de padrões exponenciais que torna os limites do aumento do desmatamento e da população parecerem remotos demais para serem tomados seriamente.

(Fig. 1-2)
(Legenda da Fig. 1-2)

Fig. 1.2. Crescimento populacional em Rondônia. Os valores são de dados do recenseamento (Saunders, 1974; Brasil, IBGE, 1982: 74; a estimativa de 1976 entre recenseamentos é pelo IBGE (Mesquita & Egler, 1979: 73)).

É improvável que as limitações econômicas e de recursos que contrabalançam potencialmente as tendências exponenciais as taxas muito aumentadas de derrubada possam adiar por mais do que algumas décadas a derrubada de todas as principais áreas de florestas na região, a menos que o planejamento e a política de cumprimento da lei sejam baseados em decisões conscientes destinadas a conter o processo do desmatamento (Fearnside, 1985a, 1986c).

PROTEÇÃO DA FLORESTA ÚMIDA

O rápido desaparecimento das florestas úmidas em muitos países tropicais tem encorajado alguns governos a focalizarem a atenção sobre a natureza limitada desse recurso. Medidas que protegem os últimos remanescentes da floresta úmida em países como Costa Rica (Myers, 1979: 142-148) são encorajadoras, embora a tendência continue na direção de um rápido desaparecimento das florestas úmidas no mundo. O desmatamento de grandes áreas é irreversível: a floresta original não pode se regenerar devido à distância das fontes de sementes, à quebra de relações co-evoluídas e outras mudanças ecológicas (Gómez-Pompa et al., 1972).

O Brasil, com mais florestas úmidas que qualquer outro país, mantém diversos tipos de reservas (Barrett, 1980; Brasil, SEMA, 1977; Brasil, IBDF, 1979; Nogueira-Neto & Carvalho, 1979; Pádua & Quintão, 1982), mas elas são pequenas em relação com o tamanho e diversidade dos tipos de florestas (Tabela 1.3) e são raramente protegidas contra os posseiros (Brasil, INPA, 1979). Enquanto a lista das reservas existentes reflete conquistas significativas em áreas oficialmente protegidas durante a década passada, também revela o padrão repetido tanto da invasão não oficial como o abandono oficial dos compromissos prévios para a proteção da floresta sempre que a terra é desejada para propósitos de desenvolvimento (Tabela 1.3). É provável que as violações das reservas sejam ainda mais freqüentes à medida que prossegue a construção de estradas. Em Rondônia, por exemplo, os mapas do governo indicam a proposição de estradas cortando seis reservas indígenas e duas reservas biológicas, uma dessas (a Reserva Biológica Guaporé) deverá ser cortada por três estradas diferentes (Fearnside & Ferreira, 1985).

(Tabela 1-3)

TABELA 1.3. PARQUES E RESERVAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

ORGÃO	TIPO DE RESERVA	NOME	ESTADO OU TERRITORIO	ÁREA (HA)	ANO DE CRIAÇÃO	REFERÊNCIA	VEGETAÇÃO	SITUAÇÃO
EMBRAPA	PESQUISA(a)	CPTAU – 1 (ALTAMIRA - KM 23)	PARÁ	1	Ca. 1975	PRANCE *ET AL.*, 1976	FLORESTA ALTA	
	PESQUISA(a)	CEPLAC/EMBRAPA	AMAZONAS	1	1973	PIRES & PRANCE, 1977	FLORESTA ALTA	
	ÁREA ECOLÓGICA	UTÍNGA	PARÁ	15,5			FLORESTA ALTA (5,7 HA)(b), IGAPÓ (4,8 HA), VÁRZEA (5,0 HA)	
FAB	?	AERONAUTICA	PARÁ	180.000		AYRES, 1977	FLORESTA ALTA	PARCIALMENTE INUNDADA PELA REPRESA DE TUCURUÍ EM 1985
FUNAI	PARQUE INDÍGENA	ARAGUAIA - FUNAI	TOCANTINS	1.395.000		CARVALHO, 1981	CERRADO E FLORESTA DE GALERIA	
		ARIPUANÃ - FUNAI	MATO GROSSO	1.258.322		CARVALHO, 1981	FLORESTA DE TRANSIÇÃO. CERRADO	INVADIDA (ver Junqueira, s/d 1983: 58)
		TOCANTINS	MATO GROSSO	664.994	1961	PIRES, 1978	CERRADO	
		TUMUCUMAQUE	PARÁ	2.978.500(c)	1961	CARVALHO, 1981	FLORESTA ALTA	NO CAMINHO DA RODOVIA PERIMETRAL NORTE
		XINGU	MATO GROSSO	2.642.003(d)	1961	CARVALHO, 1981	CERRADO	PARCIALMENTE INVADIDA; PARCIALMENTE RESCINDIDA PARA RODOVIA BR-80 (ver Bunker, 1980a).
	RESERVAS INDIGENAS (23)		VÁRIOS	5.619.174		CARVALHO, 1981	VÁRIOS	MUITAS ESTAO INVADIDAS.
	ÁREAS INDIGENAS (110)		VÁRIOS	19.599.001		CARVALHO, 1981	VÁRIOS	MUITAS ESTÃO INVADIDAS.
	POSTOS		VÁRIOS	4.828.377		CARVALHO, 1981	VÁRIOS	MUITOS ESTÃO

	INDÍGENAS (36)							INVADIDOS.
IBAMA	PARQUE NACIONAL	AMAZÔNIA	PARÁ	1.258.000(e)	1974	CARVALHO, 1981	FLORESTA ALTA	A MAIORIA COM PERTURBACAO; SECCIONADA PELA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA.
		ARAGUAIA - IBDF	TOCANTINS	562.312	1959	CARVALHO, 1981; PÁDUA & QUINTÃO, 1982	CERRADO	SECCIONADA POR UMA RODOVIA (Veja, 22 de dezembro de 1982: 90; C & C, 1983a: 834)
		CABO ORANGE	AMAPÁ	619.000	1980	CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	MANGUE E CAMPO INUNDADO	
		JAÚ	AMAZONAS	2.272.000	1980	CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	FLORESTA ALTA E CAMPINARANA	
		LENÇOIS MARANHENSES	MARANHÃO	150.000	1981	CARVALHO, 1981	CERRADO	
		PACAAS NOVOS	RONDÔNIA	764.801	1979	CARVALHO, 1981; PÁDUA & QUINTÃO, 1980: 44	FLORESTA ALTA CERRADO	ESTRADA CONSTRUIDA ATÉ O LIMITE DO PARQUE, MAS CONSTRUÇÃO INTERROMPIDA EM 1982
		PANTANAL MATOGROSSENSE	MATO GROSSO	135.000(k)	1982	PÁDUA & QUINTÃO, 1982	SAVANA INUNDADA (PANTANAL)	
	PARQUE NACIONAL	PICO DA NEBLINA	AMAZONAS	2.200.000	1961, 1979	CARVALHO, 1981; PIRES, 1978	FLORESTA DE SUB-ALTITUDE	ESTRADA EM CONSTRU CORTA O PARQUE (C & C, 1983: 1237)
	RESERVA FLORESTAL	GOROTIRE	PARÁ	1.843.000	1961	PIRES, 1978	FLORESTA DE TRANSIÇÃO	PERTURBADA, PARCIALMENTE INVADIDA, PARCIALMENTE CEDIDA A FAZENDAS DE PECUÁRIA
		GURUPI	PARÁ	203.000(g)	1961	AYRES, 1977	FLORESTA DE TRANSIÇÃO	
		JURUENA	MATO GROSSO	1.808.000	1961	PIRES, 1978	CERRADO	INVADIDA

	MUNDURUCANEA	PARÁ	2.375(b)	1961	PIRES, 1978	FLORESTA ALTA	COMPLETAMENTE INVADIDA
	PARIMA	RORAIMA	1.756.000	1961	PIRES, 1978	CAMPO E FLORESTA	
	RIO NEGRO	AMAZONAS	3.790.000	1961	PIRES, 1978	FLORESTA ALTA	
	TRANSAMAZÔNICA(i)	PARÁ	Ca. 90.000			FLORESTA ALTA	PARCIALMENTE INVADIDA
FLORESTA NACIONAL	CAXIUANÁ	PARÁ	200.000	1961	PIRES, 1978	FLORESTA ALTA	SENDO INVADIDA POR CAUSA DA MADEIRA
	TAPAJÓS	PARÁ	600.000			FLORESTA ALTA	PARCIALMENTE INVADIDA (A ProvÍncia do Para, 4 de dezembro de 1974)SENDO CORTADA PARA EXPERIMENTOS FLORESTAIS SOBRE 140.000 HA
RESERVA BIOLÓGICA	ABUFARI	AMAZONAS	288.000	1982	C&C, 1983b: 248	FLORESTA ALTA?	
	JARÚ	RONDÔNIA	268.150(j)	1979	CARVALHO, 1981	FLORESTA ALTA	PESADAMENTE INVADIDA, A ESTRADA PLANEJADA IRÁ CORTAR A RESERVA
	GUAPORÉ	RONDONIA	600.000	1982	C&C, 1983b: 248	INUNDADA E FLORESTA ALTA	TRÊS ESTRADAS PLANEJADAS CORTARAO A RESERVA
	LAGO PIRATUBA	AMAPÁ	395.000	1980	CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	FLORESTA ALTA FLORESTA COSTEIRA	
	TROMBETAS	PARÁ	385.000(k)	1979	CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	FLORESTA ALTA	A MAIORIA PERTURBADA (D.C.OREN, COM. PESS., 1982), AUTORIZADA A PROSPECCAO DE MINERIO (C&C, 1982:1237); ESTRAGADA POR LEVANTAMENTO PARA A CONSTRUCAO DA REPRESA CACHOEIRA PORTEIRA

INPA	PESQUISA	CAMPINA	AMAZONAS	90.000	1972	BRASIL, INPA, 1978	CAMPINA, CAMPINARANA	
		DINÂMICA BIOLÓGICA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS (INPA/SMITHSONIAN))	AMAZONAS	Ca. 12.000	1980-1984	LOVEJOY *ET AL.*,1983; R.O. BIERREGAARD, COM. PESS. 1984	FLORESTA ALTA	RESERVAS DE 1-10.000 HA ESCOLIDAS DE MANEIRA A FICAREM ISOLADAS COMO ILHAS RODEADAS DE PASTOS, A MEDIDA EM QUE AS FAZENDAS CONTINUAM A DERRUBADA
		DUCKE	AMAZONAS	10.000	1958	PIRES, 1978	FLORESTA ALTA	Ca. 15 HA CORTADOS PARA EXPERIENCIAS SILVICULTURAIS; ALGUMA INVASAO
		EGLER	AMAZONAS	6.30l	1968	INPA, COM. PESS., 1981	FLORESTA ALTA	
		ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE SILVICULTURA TROPICAL	AMAZONAS	23.000	1972	BRASIL, INPA, 1978	FLORESTA ALTA E CAMPINARANA	Ca. 10 HA CORTADOS PARA PESQUISA AGRÍCOLA
	RESERVA DE PESQUISA ECOLÓGICA	OURO PRETO D'OESTE	RONDÔNIA	138	1983	FEARNSIDE, 1984e	FLORESTA ALTA (Ca. 118 HA); FLORESTA SECUNDARIA (Ca.20 HA)	Ca. 20 HA DE SUB-BOSQUE DE FLORESTA ALTA ESTRAGADO POR FOGO EM 1983
IBAMA	ESTAÇÃO ECOLÓGICA	ANAVILHANAS	AMAZONAS	350.000		BRASIL, SEMA, 1977; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	IGAPÓ E FLORESTA PERMANENTEMENTE INUNDADA (100.000 HA) FLORESTA ALTA (250.000 HA)	
		CARACARAÍ	RORAIMA	80.560	1982	*A Critíca*, 01 de junho de 1982: 7 RYLANDAS & MITTERMEIER, 1982	SAVANA	
		COCO - JAVÃES	TOCANTINS	37.000			FLORESTA PERIÓDICAMENTE INUNDADA. SAVANA	

		CUNIÃ	RONDÔNIA	100.000		IBRD, 1981; RYLANDS, 1984	FLORESTA ALTA	ALGUNS POSSEIROS (G.L. FERREIRA, COM. PESS., 1983)
		IQUÊ - ARIPUANÃ	MATO GROSSO	266.000		BRASIL, SEMA, 1977; CARVALHO, 1981	FLORESTA DE TRANSIÇÃO, CERRADO	
		JUAMI - JAPURÁ	AMAZONAS	1.400.000	1983	*A Notícia*, 22 de julho de 1983, 3.	FLORESTA ALTA	
		MARACA - RORAIMA	RORAIMA	92.000		CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	FLORESTA ALTA, FLORESTA INUNDADA, SAVANA	
		MARACÁ - TIPOCA	AMAPÁ	70.000		BRASIL, SEMA, 1977; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	MANGUES E TERRAS LAMACENTAS	
		PIRIA - GURUPÍ	PARÁ	31.000		BRASIL, SEMA, 1977; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	MANGUES E TERRAS LAMACENTAS	
		RIO ACRE - SENA MADUREIRA	ACRE	73.000		CARVALHO, 1981; RYLANDS & MITTERMEIER, 1982	FLORESTA ALTA	
		SERRA DAS ARARAS	MATO GROSSO	28.700	1982	*A Crítica*, 01 de junho de 1982: 7.	CERRADO	
	RESERVA ECOLÓGICA	JUTAÍ-SOLIMÕES	AMAZONAS	360.000	1983	*A Notícia*, 22 de julho de 1983: 3.	FLORESTA ALTA, FLORESTA ABERTA COM PALMEIRAS	
ADA	RESERVA FLORESTAL EXPERIMENTAL	CURUÁ - UNA	PARÁ	71.250	ca.1957	BRASIL, SUDAM	FLORESTA ALTA	285 HA PLANTADOS ATÉ 1974 DOS 550 HA PLANEJADOS PARA PLANTAÇÕES SILVICULTURAIS
	"RESERVA BIOLÓGICA" (EXPERIÊNCIAS FLORESTAIS)	SANTARÉM CURUÁ-UNA KM 62/64	PARÁ	1.200	1962 - 1964	RANKIN & P. FEARNSIDE, NOTAS DE CAMPO, 1978	FLORESTA ALTA	65 HA CORTADOS PARA PLANTAÇÃO DE *PINUS CARIBAEA*; 3 HA DERRUBADOS PELA FAZENDA VIZINHA EM 1978;CORTE EXPERIÊNCIAS DE ENRIQUECIMENTO NA RESERVA TODA

Reservas não incluídas na Tabela: a Reserva Biológica Pedras Negras, em Rondônia (1.085.000 ha decretada em 1961) foi rescindida para dar lugar para o projeto de colonização Costa Marques, do INCRA. A reserva Aripuanã, do INPA, no Mato Grosso (100.000 ha decretada em 1975; conforme foi medido por mapas RADAMBRASIL (Ayres, 1978), 140.000 ha foram completamente invadidos por grileiros e posseiros; a reserva foi abandonada pelo INPA e a estação de pesquisa cedida para a Secretaria da Agricultura de Mato Grosso. A estação Ecológica de Apiacás, da SEMA, no norte do Mato Grosso (500.000 ha) (Brasil, SEMA, 1977), foi completamente invadida e não existe mais (Anthony B. Rylands, comunicação pessoal, 1984).

NOTAS:

(a) Áreas de testemunha para experiências agrícolas.

(b) Danificada pela filmagem de "A Floresta Esmeralda" (Samuel de Almeida, comunicação pessoal, 1987).

(c) Também relatada como tendo 2.560.000 ha (Goodland & Irwin, 1975a: 58). 3.084.500 ha (Brasil, RADAMBRASIL, 1975: 296). Uma área de 3.087.000 ha foi decretada em 14 de julho de 1968 (No. 62.998), aumentando a reserva de 1.793.000 ha decretado em 25 de julho de 1961 (No. 51.043). Ver van Veltham (1980).

(d) Também relatada como tendo 2.200.000 ha (Pires, 1978).

(e) Nenhuma dessas áreas está "regularizada" (Pádua, s/d (1979)).

(f) Inclui a área da antiga Reserva Biológica Cará-Cará (decretada em 1961), sendo relatada como tendo 61.126 ha (Brasil, IBGE, 1980: 44; Carvalho (1981), 70.000 ha (Pádua, s/d (1979)) e 80.000 ha (Pires, 1978).

(g) Uma reserva contígua de 1.679.000 ha no Maranhão (Prance, 1975) aparentemente não existe.

(h) Também relatada como tendo 2.375.000 por Prance (1975: 109).

(i) Altamira - Itaituba km 120.

(j) Originalmente decretada em 1961 com 1.085.000 ha (Pires, 1978), a reserva foi grandemente tomada pelo esquema de ocupação do PAD - Burareiro (IBRD, 1981). A reserva foi re-alocada e reduzida em área em 1980-1981, aparentemente para permitir a exploração de cassiterita no local anterior (Clay, s/d (1983): 18-19).

(k) Originalmente com 1.258.000 ha (Brasil, IBGE, 1979: 44).

(l) Previamente tamanho de 750 ha (Pires, 1978) reduzido: terra perdida em 1980.

COLONIZAÇÃO DE FLORESTAS ÚMIDAS NO MUNDO

Os governos vêem a colonização planejada das terras das florestas como a solução para problemas preeminentes de pobreza, super-população e desigualdades na distribuição da terra. Além do Brasil, outros países que estão engajados atualmente na colonização da bacia Amazônica incluem Bolívia, Equador e Venezuela (ver Nelson 1973; IICA Programa Cooperativa para el Desarrollo del Trópico Americano, 1972; Rundel, 1983).

O fenômeno é pantropical. Mais recentemente, a Indonésia acelerou maciçamente um programa já há muito existente para o re-assentamento de populações de Java e três outras ilhas densamente povoadas em áreas de floresta úmida em ilhas menos densamente povoadas (Jones, 1979). Durante o período de 1979-1984, foram deslocadas 2,5 milhões de pessoas (Survival International, 1985). O plano requer deslocamento contínuo até o total de dois milhões de famílias, ou até que se atinja 12-15 milhões de pessoas (Myers, 1980a: 73-74). Embora o baixo preço do petróleo exportado pela Indonésia tenha obrigado o governo a atrasar o ritmo da transmigração em 1986 esses totais permanecem como metas do programa a longo prazo.

Embora a capacidade de suporte geralmente não seja considerada durante o planejamento dos projetos de colonização, ela começou a entrar no lado prático do planejamento em alguns países tropicais. O governo de Fiji está noticiadamente fazendo bom uso de um estudo da UNESCO o qual incluiu cálculos da capacidade de suporte de algumas áreas (Bayliss-Smith, 1980). Em Papua Nova Guiné, onde um número notavelmente grande de estudos acadêmicos tem sido feitos envolvendo a capacidade de suporte, o Escritório do Planejamento Nacional incluiu cálculos preliminares da capacidade de suporte para a agricultura itinerante ao considerar a transferência proposta de população das áreas de terra alta densamente povoadas da província de Chimbu para áreas de floresta úmida em terras baixas (Simpson, 1975). A fórmula para o cálculo da capacidade de suporte sob cultura itinerante usada em Papua Nova Guiné, e em muitos outros estudos foi originariamente projetada visando os problemas práticos do desenvolvimento agrícola da África (Allan, 1949). Alguns sugeriram que as fórmulas da cultura itinerante para o cálculo da capacidade de suporte seriam apropriadas para o uso em áreas de colonização na Amazônia brasileira (Morais, 1974a; Valverde, 1979a: 248). De qualquer maneira, o grosso da colonização planejada que está havendo em países tropicais, inclusive no Brasil, é feito sem qualquer consideração explícita pela capacidade de suporte.

A decisão do governo brasileiro de promover a colonização rápida na Amazônia através da construção de estradas e programas de colonização contribuiu substancialmente para a

pressão sobre as áreas de floresta úmida. Um exame dos motivos para essa decisão, os programas de colonização e alguns dos outros padrões de ocupação e exploração que estão sendo promovidos e considerados, tornará mais claros a força e a extensão desse impacto.

A COLONIZAÇÃO BRASILEIRA DA AMAZÔNIA

MOTIVOS

O esforço para colonizar a Amazônia é uma continuação dos esforços anteriores do governo brasileiro para o desenvolvimento do interior, tais como a construção da nova capital nacional em Brasília (1956-1960) e a construção da rodovia Belém-Brasília (1957-1960). Seguindo a entrada do novo governo em 1964, os esforços foram redobrados com, a melhoria, em 1964, da rodovia Belém-Brasília para um tráfego durante o ano todo, a criação da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) em 1966 e a Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) em 1967 e a abertura da rodovia Cuiabá-Porto Velho ligando Mato Grosso com Rondônia em 1968. Os projetos de colonização também foram empreendidos na Amazônia durante esse período (Tavares et al., 1972). Não foi antes de 1970, no entanto, que começou a grande arrancada com a iniciação do Programa de Integração Nacional (PIN) e a construção da rodovia Transamazônica.

Durante um discurso carregado de emoção para as vítimas da seca no Recife, em 6 de junho de 1970, o Presidente Médici prometeu fazer alguma coisa a respeito daquela situação.[4] Dez dias depois foram anunciados os planos para o Programa de Integração Nacional e a rodovia Transamazônica (Decreto Lei 1106). Foram solicitados orçamentos das empreiteiras para a construção da rodovia apenas dois dias depois (Rebelo, 1973: 87). A rodovia deveria estender-se de Recife e João Pessoa até a fronteira peruana perto de Cruzeiro do Sul, no Acre: um comprimento total de 5.400 km, dos quais cerca de 3.000 km estão na Amazônia (Figura 1.1).

Foram enfatizados fatores sociais como justificativas oficiais para os programas para o desenvolvimento da Amazônia. O problema imediato era a pobreza no nordeste do Brasil, especialmente em seguida à seca de 1970. A superpopulação foi destacada como a raiz do problema, embora outros problemas como a extrema desigualdade na distribuição da posse da terra não fossem mencionados. A transferência dos nordestinos pobres para as áreas de colonização ao longo da rodovia Transamazônica foi proposta como a solução. De 65% (Arruda, 1972: 5.9) a 75% (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 1) deveriam vir do nordeste, embora de fato só 30% dos que foram instalados na área de Altamira até fins de 1974 tenham realmente vindo daquela região (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, Coordenadoria Regional do Norte CR-01,

1974).

O segundo objetivo oficial foi o benefício econômico para o país. Os colonos deveriam receber crédito agrícola e assistência técnica para capacitá-los a produzir um excedente para exportação para outras partes do Brasil ou para outros países. A estrada também tornaria acessíveis as fontes de madeira e minerais. Um panfleto do governo fala do "panorama extático" da riqueza mineral ao longo da rodovia (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, ca. 1972: 6). J.M.G. Kleinpenning (1979: 38) sugere que a importância inicial dada aos motivos sociais foi meramente uma "manobra política útil" (ver também Ianni, 1979), e que outros motivos, especialmente o crescimento econômico, eram mais importantes.

Acredita-se que um terceiro motivo sejam as considerações geopolíticas estratégicas (Kleinpenning, 1979; Lima, 1973). O medo de que a Amazônia nunca esteja longe de uma invasão por estrangeiros é periódico no Brasil. As quatro edições, desde 1957, da Amazônia e a Cobiça Internacional de Artur César Ferreira Reis (1972) são uma testemunha disso. Uma sugestão casual atribuída a um discurso feito por Harrison Brown, autor de The Challenge of Man's Future (O Desafio do Futuro do Homem, 1954) que os problemas de população da Índia poderiam ser "resolvidos" mudando-se populações para a Amazônia (Reis, 1972) fez manchetes nos jornais brasileiros. Em seu livro Principles of Political Economy o economista Kenneth Boulding fez uma alusão à possibilidade de mudar 200 milhões de asiáticos para a Amazônia, contribuindo para a preocupação no Brasil (Pinho Filho, 1979: 119). A rápida ocupação da área por brasileiros de língua portuguesa foi vista como a melhor defesa contra o fluxo potencial de estrangeiros. Um dos objetivos proclamados para o Programa de Integração Nacional foi "marcar, pela presença do homem brasileiro em terras Amazônicas, a conquista para si e para o seu país, daquilo que sempre lhes pertenceu, a fim de que ninguém jamais ouse contestá-los esse objetivo" (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 1). Mais do que a possibilidade da invasão de fora, Kleinpenning (1979: 38) salienta o fortalecimento da Amazônia como uma base para o Brasil ir ao encalço daquilo que ele chama de "seus próprios motivos sub-imperialistas" (ver também Tambs, 1974).

Outras motivações incluem o desejo do regime por prestígio, nacional e internacional, e as pressões da política nacional (Kleinpenning, 1979: 4).

" Ações espetaculares e excitantes do governo, tais como o desenvolvimento ativo da região Amazônica e o entusiasmo por isso entre os maiores setores da população, podem resultar em que conflitos políticos sejam sentidos menos severamente por um tempo em que a atenção seja temporariamente distraída de assuntos tais como a falta de liberdade política, a tortura e as injustiças sociais" (Kleinpenning, 1979: 4).

Em 1970 quando esses problemas estiveram em alta evidência, a promoção da rodovia Transamazônica em São Paulo e outros lugares através da propaganda "out-door", anúncios em ônibus, em camisetas e etc., foi muito além da divulgação necessária para recrutar colonos em perspectiva. A maré de migrantes do nordeste para São Paulo era vista, pelo público, como a fonte de todos os males urbanos, tornando-se popular uma alternativa altamente visível (Katzman, 1976: 456). A estabilidade política é vista como um objetivo importante ao promover entusiasmo e euforia por projetos tais como a rodovia Transamazônica (Kleinpenning, 1979: 4).

Essa mesma solução tinha sido considerada por governos anteriores. Em The Hungry Planet (O Planeta Faminto), publicado cinco anos antes da seca de 1970 e a rodovia Transamazônica, Georg Borgstrom (1965: 317) escreveu:

"Outra catástrofe (sêca) flagelou esta região (o nordeste brasileiro) em 1957-1958 quando 70% da colheita foi perdida.... Cada vez que isso acontece, os agitatores ganham um prato cheio para os seus fins revolucionários... Um ministro da fazenda brasileiro veio pedir ao Governo dos Estados Unidos um financiamento para transferir essa população para a Amazônia".

A idéia de transferir nordestinos para a Amazônia depois de repetidas diminuições na capacidade do Nordeste de suportar a curto prazo uma população humana, não é nova: o imperador Dom Pedro II ofereceu às vítimas da seca passagem de graça para os portos de Belém e Manaus depois da seca de 1877 (Morais et al., 1970: 115).

É perda de tempo procurar por um único motivo para o início da construção da rodovia e dos programas de colonização na Amazônia. Muitas razões contribuíram para tornar atraente esse plano de ação. A questão de como os colonos deveriam ser selecionados e os programas de colonização levados adiante depende das implicações, às vezes conflitantes, dos vários motivos. Muitos dos motivos que contribuíram para decisões sobre programas passados serão importantes quando os futuros programas forem planejados e executados.

PROGRAMAS DE COLONIZAÇÃO

Programas de Colonização Anteriores a 1970

Colonos não indígenas vêm colonizando a Amazônia brasileira desde o século 16. O padrão principal de ocupação na maior parte da região tem sido pontos esparsos nas margens dos rios com vilarejos ou posses individuais de caboclos[5] que tradicionalmente têm se auto-sustentado em plantios de subsistência de culturas anuais, principalmente mandioca,

caça, pesca e extração de produtos da floresta tais como castanha-do-Pará (Bertholetia excelsa) e seringueira (Hevea brasiliensis) (Moran, 1974; Wagley, 1976).

A ocupação foi intensiva ao longo da ferrovia construída de Belém a Bragança em fins do século 19. Foram estabelecidas colônias agrícolas para suprir alimentos para a cidade do "boom" da borracha, Belém (Camargo, 1948; Penteado, 1967; Sioli, 1973). A população densa na Zona Bragantina praticou uma agricultura itinerante acelerada com pousío inadequado, o que resultou em exaustão do solo e declínio das colheitas (Ackermann, 1966; Camargo, 1948; Egler, 1961; Sioli, 1973, 1980). O declínio da produtividade agrícola, com a subseqüente migração da população e abandono da maior parte dos 30.000 km^2 para a vegetação secundária, é um exemplo daquilo que pode ocorrer se os programas de colonização na Amazônia excederem sua capacidade de suporte (ver Penteado, 1967). O problema da "fixação do homem à terra", considerado agudo na Zona Bragantina (Penteado, 1967), pode surgir quando se excede a capacidade de suporte, pois se os agricultores não podem se sustentar por meios próprios a longo prazo, eles se tornarão "não fixados" e deixarão a área.

Outros tipos de colonização envolveram o estabelecimento de grupos mais especializados, tais como as colônias de imigrantes japoneses, que têm se concentrado em cultivar pimenta-do-reino (Piper nigrum) e verduras (ver Fearnside, 1980a, 1985b). Plantações de seringueira têm também formado a base para a colonização passada, além dos milhares de seringueiros espalhados que colhem o látex de árvores nativas da floresta. A Ford Motor Company estabeleceu plantações em Fordlândia no rio Tapajós, entre Santarém e Itaituba em 1926 (mais tarde abandonada), a 100 km rio abaixo, em Belterra, em 1934 (mais tarde doada ao governo brasileiro, quando fracassou como investimento econômico) (Sioli, 1973).

A colonização da Amazônia brasileira através da ocupação por pequenos agricultores, bem como outros tipos de ocupação, ao longo das novas rodovias, acelerou-se dramaticamente em 1970 com a divulgação do Programa de Integração Nacional (PIN).

O Programa de Integração Nacional

O advento do Programa de Integração Nacional levou à criação de um novo órgão do governo para colonização, o INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). O INCRA partiu para colonizar áreas na Amazônia com o estabelecimento de PICs (Projetos Integrados de Colonização) e PADs (Projetos de Assentamento Dirigido). A colonização da rodovia Transamazônica está dividida em três áreas administradas separadamente: Marabá, Altamira e Itaituba, todas estabelecidas nos primeiros dias do Programa de Integração Nacional. Existem também cinco PICs em Rondônia

(Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972b; Valverde, 1979b).

Projetos de Assentamento Dirigido (PADs), uma forma mais recente de colonização dirigida, não oferecem tanta infraestrutura de suporte para os colonos quanto os PICs. Os dois PADs em Rondônia foram estabelecidos em 1974 e 1975. Outro PAD está atualmente em progresso no Acre. O alto custo para a implantação e administração de PICs, junto com o fato de que os colonos mostraram-se mais que dispostos a migrar para a Amazônia mesmo sem o incentivo dos serviços oferecidos por esses projetos, sem dúvida explica a mudança de ênfase para os PADs. Espera-se também que os colonos acomodados pelos PADs tenham maiores recursos financeiros do que aqueles do PICs (Neves & Lopes, 1979: 87).

Os programas de colonização nos três PICs da rodovia Transamazônica foram projetados para acomodar 100.000 famílias de colonos dentro de um período de cinco anos.[6] As áreas de colonização foram dispostas de acordo com o que o INCRA chamou de "filosofia de urbanismo rural" (Cunha Camargo, 1973).[7] Os lotes dos colonos são servidos por uma hierarquia de três tipos de centros planejados: a agrovila, pequena vila de cerca de 50 casas dispostas em um retângulo; o agrópolis, uma cidade projetada para servir 22 agrovilas (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 67) ou 8-10 agrovilas (Cunha Camargo, 1973: 16); e o rurópolis, uma cidade com cerca de 20.000 habitantes (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 67). Na realidade, somente 29 agrovilas, dois agrópolis e um rurópolis foram construídos (Kleinpenning, 1979: 22). Em dezembro de 1974, apenas 5.717 famílias tinham sido acomodadas na rodovia (Smith, 1976a,b), bem longe do objetivo de 100.000 para 1976. Novas ocupações por pequenos agricultores na rodovia Transamazônica permaneceram virtualmente parados desde aquela época, embora a regularização das posses dos posseiros na área a leste do PIC Altamira começou em 1982.

Cada colono trazido para as áreas de colonização pelo INCRA no início do Programa de Integração Nacional recebeu um lote de 100 ha por um preço simbólico que deveria ser pago durante um período de vinte anos. Foi concedido um período de carência de três anos antes do começo do pagamento e foi cobrado 7% de juros anuais sobre o saldo devedor. A prática usual no Brasil de cobrar a correção monetária afim de ajustar a dívida com a inflação astronômica do país não foi aplicada aos empréstimos de compra de terra.

Na maior parte do PIC de Altamira, e em uma parte do PIC de Marabá, as estradas laterais chamadas travessões correm perpendicularmente à rodovia Transamazônica em intervalos de 5 km. A maioria das estradas laterais alongam a extensão ocupada por pequenos colonos até cerca de 20 km de cada lado da rodovia. Os lotes de frente para a estrada principal têm 500 m de largura por 2.000 m de comprimento, enquanto os que

estão nas estradas laterais têm 400 por 2.500 m. Os lotes estão agrupados em unidades de dez até 70 lotes chamadas glebas, ocupando aproximadamente cinco km de um lado da rodovia principal. Na área de Altamira, as agrovilas estão espaçadas a cada dez km ao longo da rodovia principal, e à profundidade de dez km nas estradas laterais. A maioria dos colonos que têm lotes na beira da rodovia principal têm casas construídas pelo INCRA em suas parcelas, enquanto que os que têm lotes nas estradas laterais têm casas em uma das agrovilas (Figura 1.3).

(Fig. 1-3)

Legenda da Fig. 1-3)

Fig. 1.3. Agrovila Grande Esperança, a vila planejada onde o autor viveu durante dois anos de trabalho de campo (1974-1976). A casa do autor está à direita. (Foto por J.M. Rankin, 1975)

.

A área de Altamira é de longe a maior dos três PICs da rodovia Transamazônica. A parte da área de Altamira localizada na seção Altamira-Itaituba da rodovia tem aproximadamente 3.120 famílias, ou cerca de 59% do total para a rodovia Transamazônica. Essa área cobre uma faixa que se estende de 12 a 245 km a oeste de Altamira, com uma interrupção de 30 km de uma reserva florestal.

Muitos colonos deixam suas casas nas agrovilas em favor de acomodações mais rústicas (Figura 1.4), mais próximas de suas roças e animais domésticos. A falta de serviços tais como escolas, água e atendimento de saúde em muitas agrovilas reforça esse padrão. As agrovilas na rodovia principal oferecem serviços urbanos muito melhores do que as que estão no interior.

A ênfase dos programas de colonização tem mudado regularmente desde o lançamento inicial do Programa de Integração Nacional. Uma mudança importante no programa ocorreu em 1974, quando a colonização por indivíduos em lotes de 100 ha foi desenfatizada em favor da "colonização" por grandes empresas (O Estado de São Paulo, 24 de maio de 1974: 11). Essas grandes corporações principalmente com operações de pecuária, incluíam tanto multinacionais gigantescas como centenas de investidores brasileiros das áreas urbanas do centro-sul do Brasil. Fazendas menores eram vendidas pelo INCRA na área atrás da faixa de ocupação pelos pequenos agricultores na rodovia Transamazônica. Fazendas de 3.000 ha a cerca de 150 km oeste de Altamira, eram vendidas a partir de 1974. Vendas semelhantes eram feitas em Marabá e Rondônia.

De 1977 em diante, fazendas de 500 ha chamadas de glebas foram vendidas em faixas de cerca de 30 km de largura, além das margens da área de ocupação dos pequenos agricultores, entre 12 e 85 km oeste de Altamira. A terra é vendida pelo processo de licitação, solicitando-se ofertas seladas para parcelas individuais com uma oferta mínima de 2% do salário mínimo por hectare, ou cerca de US$ 1,08 por hectare.

(Fig. 1-4)
(Legenda da Fig. 1-4)

Fig. 1.4. Muitas famílias de colonos abandonaram suas casas nas agrovilas em favor de acomodações mais simples em seus lotes (Gleba 16, Lote 60, 1975).

Os esquemas de colonização por cooperativas privadas têm sido encorajados para evitar as muitas deficiências inerentes à colonização do governo. Tais esquemas particulares deveriam se realizar na área ao sul da rodovia Transamazônica, cerca de 110 km oeste de Altamira, na margem esquerda do rio Iriri. Foi anunciado em 1976 que essa área seria colonizada pela COTRIJUI (Cooperativa Tritícola Serrana), uma cooperativa de pequenos agricultores do extremo Sul do Brasil, com cada uma das 2.000 famílias recebendo um lote de 200 ha (O Estado de São Paulo, 21 de maio de 1976). Esse plano substituiu um outro anterior para colonizar a área através do INCRA (Hirano, 1974). A cooperativa não foi capaz de começar o projeto de colonização proposto por causa dos índios Arara, hostis, que viviam na área. Em 1985 a FUNAI (Fundação Nacional do Índio) aparentemente conseguiu desalojar o que restou da tribo, a qual fez em 22 de fevereiro de 1981 seu primeiro contato pacífico com a cultura Luso-Brasileira desde que a rodovia Transamazônica foi construída através das terras da tribo 11 anos antes (Veja, 11 de maio de 1981: 72-76).

Ocupação Espontânea

A maioria da ocupação na Amazônia hoje, como no passado, é feita sem nenhum plano, nem do governo nem de qualquer outro. Colonização não planejada, feita pelos posseiros, que é a maneira tradicional de ocupação, tem provocado muitas lutas sangrentas pela Amazônia entre posseiros e proprietários na posse legal e documentada da terra, ou com os mais temidos "grileiros", especuladores que ganham a vida contratando "jagunços" ou "pistoleiros", para tirar pequenos agricultores das terras que ocupam. Os grileiros freqüentemente conseguem

obter documentos oficiais (muitas vezes falsos) que permitem a venda dessas terras aos interesses pecuários (Bunker, 1980a; Martine, 1979, 1980; Martins, 1980; Schmink, 1982; Wood & Schmink, 1979). A ocupação da rodovia Belém-Brasília aconteceu dessa forma, com a terra primeiro desmatada pelos pequenos agricultores, sem documentos, e, mais tarde, tomadas por grandes pecuaristas (Valverde & Dias, 1967: 276). Algumas vezes o processo funcionou ao contrário, com investidores ausentes perdendo a terra que eles haviam comprado para os posseiros (Sanders, 1971).

Os programas oficiais de colonização não conseguem lidar nem com uma pequena fração do influxo de novos migrantes para a Amazônia. Em 1985 151.621 pessoas foram registradas cruzando um centro de triagem para entrar em Rondônia, vindo do Estado de Mato Grosso (A Crítica, 03 de dezembro de 1986, cad. 1: 7). O governo de Rondônia estima o fluxo para 1986 por volta de 200.000 pessoas. As cifras de migração do centro de triagem do governo são substancialmente menores do que o fluxo real, pois muitos migrantes passam sem serem registrados. Até 1977 o INCRA acomodou 12.660 famílias em 2.732.550 ha de terra em Rondônia, em comparação com um total entre 5.000 e 6.000 famílias em lotes de 100 hectares nas três áreas de colonização da rodovia Transamazônica. Enquanto Rondônia tem mais projetos de colonização do INCRA do que qualquer outra parte da Amazônia, os lotes desses projetos estão totalmente ocupados. O último a "estourar" foi o PIC Sidney Girão, que permaneceu durante uma década cheio apenas pela metade devido a sua localização em uma área remota e menos fértil, onde foi instalado "aparentemente com a intenção de ocupar a área próxima à fronteira boliviana" (Mueller, 1980). Projetos atualmente planejados ocupariam áreas sem praticamente nenhum solo apto para a agricultura (Fearnside, 1986c). Grande parte dos novos migrantes seguem o padrão tradicional de ocupação espontânea de posseiros, ocupando áreas ou fora dos projetos do INCRA ou dentro das áreas planejadas antes do INCRA começar o assentamento oficial.

AGRICULTURA NA RODOVIA TRANSAMMAZÔNICA

O tipo de agricultura pioneira, orientada para o mercado, que é feita na área de colonização da rodovia Transamazônica é principalmente baseada em culturas anuais, sendo o arroz de sequeiro a cultura de venda mais proeminente (Figura 1.5). Milho, feijão e mandioca são plantados como cultura para venda em uma escala menor. O método é, normalmente, extensivo, com os insumos de mão-de-obra e principalmente de capital minimizados. O financiamento permitiu que muitos colonos expandissem o tamanho de suas plantações contratando mão-de-obra suplementar. Os colonos, via de regra, não praticam agricultura itinerante com períodos de pousío que renovam os nutrientes do solo perdidos durante o período de cultivação.

Muitos planejam converter sua terra em pastagem ou culturas perenes para comércio tais como pimenta-do-reino ou cacau. Como a terra está sendo desmatada para culturas anuais mais rápido do que o capital e a mão-de-obra permitem que seja convertida em cultura perene, muito da terra usada sob culturas anuais por um ou dois anos ou é deixada para crescer capoeira (vegetação secundária) ou é semeada para pastagem. Uma quantia significativa de pastos tem sido plantada pelos colonos, freqüentemente permanecendo vários anos sem cercas nem animais. Existem variações consideráveis entre os colonos nos tipos de exploração do lote, alguns dos quais parecem ser explicados pelos antecedentes dos colonos (Moran, 1975, 1976, 1979b; Fearnside, 1982b; Fleming-Moran & Moran, 1978). Uma segunda maré de colonos tem chegado na rodovia Transamazônica e, ou compram os lotes dos colonos iniciais instalados pelo INCRA, ou compram lotes abandonados. Os colonos iniciais foram primeiro suplantados nos lotes na beira da estrada, tais como os de grandes áreas de pastagem na Figura 1.6, mas desde 1976 o processo progrediu também pelas estradas laterais. Agora virtualmente não existem lotes abandonados sobrando daqueles cujos direitos de posse reverteram para o INCRA, embora alguns lotes sejam sempre mantidos por especuladores que não trabalham a terra. Os colonos recém-chegados têm maiores recursos de capital do que os colonos iniciais e demonstram diferentes padrões de comportamento na alocação do uso da terra.

(Fig. 1-5)
(Legenda da Fig. 1-5)

Fig. 1.5. Roças típicas de arroz em terra recém desmatada (Gleba 18, Lote 24, 1974).

(Fig. 1-6)
(Legenda da Fig. 1-6)

Fig. 1.6. Vista típica da rodovia Transamazônica mostrando os lotes na beira da estrada comprados por colonos recém-chegados para o plantio de pastagem (Gleba 20, Lote 1, 1975).

A agricultura usada pelos colonos da rodovia Transamazônica cai em um ciclo anual de acordo com as estações secas e úmidas. O ano agrícola é melhor conceituado como iniciando em 1 de julho e terminando em 30 de junho. O ano começa durante a estação seca com a broca da floresta virgem,

ou seja, com a remoção dos componentes do sub-bosque e cipós em preparação para a derrubada. A derrubada das árvores grandes começa depois que a broca é completada e normalmente dura de agosto até cerca de outubro, embora as vezes possa durar até janeiro. A vegetação secundária pode ser cortada mais tarde do que a floresta virgem e ainda ser queimada antes que a chuva torne a queima impossível. Diferentemente da monção da Ásia, a estação chuvosa na área começa gradualmente com um pouco mais de chuva caindo cada semana até que chega a época "das águas".

Depois da derrubada ou do corte da vegetação secundária a vegetação é deixada para secar de duas a oito semanas. A queima pode ser feita em um só dia se o tempo e oportunidade forem favoráveis, mas pode se estender durante semanas e até meses se o colono estiver tentando queimar durante pequenos intervalos secos em um ano úmido (como foi o caso em 1973), ou se a queima foi deixada até muito tarde em um ano "normal".

Em seguida à queimada freqüentemente é deixada na roça uma grande quantidade de material não queimado. Se a queima foi muito pobre, o colono simplesmente abandona a roça naquele ano; ou ele faz a coivara, isto é, o empilhamento da vegetação não queimada em montes para uma segunda queima. A quantidade do esforço despendido nessa tarefa extremamente laboriosa varia com o tempo que falta até que a chuva comece, a qualidade da queima e com a cultura a ser plantada em seguida. As roças de arroz são normalmente as mais bem limpas, seguidas pelas de mandioca e então as roças de milho.[8] Não se faz nenhuma coivara nas derrubadas utilizadas para plantio direto de pastos, inclusive as roças queimadas pobres demais para qualquer outra cultura. As práticas subseqüentes de plantio, roçagem e colheita dependem das culturas individuais a serem plantadas.

USO DA TERRA NA AMAZÔNIA

Pequenos agricultores, tanto dentro como fora dos projetos planejados de colonização, estão sendo substituídos por outros tipos de família e empresas incorporadas. Outras áreas estão sendo diretamente colonizadas por grandes empresas empenhadas na pecuária bovina, agricultura de plantação e exploração da floresta.

Pecuária

A pecuária bovina tem sido a forma de uso da terra mais disseminado na Amazônia brasileira, alterando rapidamente a paisagem das partes acessíveis da região. Grandes empresas de pecuária bovina foram estabelecidas ao longo da rodovia Belém-Brasília e estradas vicinais associadas no leste e sul do Pará e nas partes Amazônicas dos Estados do Maranhão, Goiás e Mato Grosso. Elas incluem Liquigás (678.000 ha), Volkswagen

(139.000 ha), Armour-Swift/Brascan/King Ranch (72.000 ha) e muitos outros grandes investidores incorporados (ver Goodland, 1980a,b; Myers, 1980a,b). Empresas um tanto menores, normalmente com propriedades menores do que 10.000 ha predominam em outras regiões em rápido desmatamento como Acre, Rondônia e Pará central, embora algumas propriedades nessas áreas sejam muito maiores.

Muito da área da floresta úmida de terra firme convertida em pastagem tornou-se degradada ou invadida por vegetação secundária. Os cálculos da extensão da degradação do pasto variam amplamente (Tabela 1.4). A maioria dos pastos de terra firme ficaram sufocados pela vegetação lenhosa depois de cinco a sete anos (Fearnside, 1979a; Santos et al., 1980; Toledo & Serrão, 1982). Capim colonião (Panicum maximum), que ocupa 85% da área de terra firme plantada em pasto (Serrão & Falesi, 1977: 54), é particularmente vulnerável a invasão devido ao seu hábito de crescer em touceiras e de multiplicação pobre por sementes. A compactação do solo e o declínio dos níveis do fósforo retardam o crescimento do pasto. A qualidade dos pastos na rodovia Transamazônica declinou visivelmente durante o período de 1973-1985. O sobre-pastoreio, que era raro previamente, tornou-se comum desde cerca de 1981.

(Tabela 1-4)

TABELA 1.4. ESTIMATIVAS DA EXTENSÃO DA DEGRADAÇÃO DA PASTAGEM NA AMAZÔNIA

PORCENTAGEM DA ÁREA DE PASTAGEM DEGRADADA	DATA DA ESTIMATIVA	LOCAL	MÉTODO	REFERÊNCIA
17	1979	REGIÃO AMAZÔNICA	NÃO DECLARADO[a]	SERRÃO, 1979
20	1978	AMAZÔNIA BRASILEIRA	NÃO DECLARADO[a]	SERRÃO *ET AL.*, 1979: 202
17 - 24	1980	BACIA AMAZÔNICA	"RELATORIOS NÃO OFICIAIS... DE OFICIAIS E FAZENDEIROS DE PECUÁRIA"	TOLEDO & SERRÃO, 1979: 292
44	1975- 1976	BARRA DO GARÇAS E LUCIARA, MATO GROSSO	LANDSAT	TARDIN *ET AL.*, 1978: 24
50 +	1980	PARAGOMINAS, PARÁ	NÃO DECLARADO[a]	HECHT, 1981: 83
54	1977 - 1978	PARAGOMINAS, PARÁ	LANDSAT	SANTOS *ET AL.*, 1979: 100

a) Provavelmente baseado em impressões informais a partir de observações terrestres durante viagens pela região.

Além dos pastos plantados, a maior parte dos 15 milhões de hectares de campos "naturais" de terra firme e os 1,5 milhões de hectares de campos de várzea da região são usados para gado. A maioria das áreas de campos "naturais" são encontrados nos Territórios Federais de Roraima e Amapá e na área de Humaitá na parte sul do Estado do Amazonas, enquanto que os campos da várzea periodicamente inundada estão ao longo dos rios Amazonas e Solimões e nas áreas costeiras do "mar doce" perto de Belém.

A corrida para estabelecer fazendas de pecuária na Amazônia brasileira tem sido acelerada pelos estímulos generosos do governo na forma de incentivos fiscais e empréstimos com taxas de juros negativas em termos reais (depois de se considerar a inflação) (ver Bunker, 1980a; Fearnside, 1979b, 1983a). Os empréstimos concedidos pelo Banco da Amazônia, S.A. (BASA) depois da aprovação do projeto pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) submetem-se a ajustes para a inflação a taxas oficiais, invariavelmente mais baixas do que a inflação real. Os empréstimos têm períodos de carência de dois anos antes de começarem os pagamentos; o prazo original de pagamento de sete anos foi reduzido para cinco anos para os empréstimos mais recentes. Parte do imposto devido ou sobre a renda obtida em outros lugares do Brasil pelas companhias encarregadas dos projetos pode ser aplicada na capitalização de empresas de pecuária. Um programa adicional provê subsídios diretos aos projetos aprovados. Os incentivos fiscais e outros subsídios são responsáveis por 72% das verbas aplicadas em fazendas de pecuária na Amazônia em 1977 (Kohlhepp, 1980: 71). Em 1979 o governo declarou uma moratória sobre a aprovação da SUDAM dos incentivos fiscais para novos projetos de pecuária nas partes da Amazônia classificadas como floresta alta, embora os incentivos para projetos já em andamento ainda continuem. As partes da Amazônia Legal com vegetação de cerrado, bem como uma grande área classificada como floresta de "transição", continuam a receber incentivos para novos projetos.

Entre 1967 e 1978 a SUDAM aprovou 335 projetos de pecuária na Amazônia Legal, cobrindo uma área de 7.887.169 ha (Almeida, 1978: 28). Os incentivos fiscais, enquanto importantes, não são as únicas forças que impulsionam o desmatamento para fazendas de pecuária. Um levantamento de 445.843 ha desmatados em floresta úmida (Tardin et al., 1978: 19) indicou que quase a metade foi derrubada sem o uso de incentivos fiscais.

Especulação da Terra

A valorização dos preços da terra fornece um incentivo adicional poderoso para o ímpeto para a pastagem, motivando

investidores a empreenderem operações de pecuária na Amazônia apesar das pobres perspectivas agronômicas. As próprias operações de pecuária produzem uma quantia minguada de carne, e existe poucas razões para se supor que a produção possa ser economicamente sustentável durante um período extenso. Uma inspeção feita pela SUDAM de doze grandes fazendas no Pará encontrou lucros líquidos anuais de somente cerca de US$ 3/ha depois de dez anos, e menos do que US$ 6/ha depois de vinte anos (Serete S.A. Engenharia & Brasil, Ministério do Interior, SUDAM, 1972: 13-23). Muitas fazendas vistoriadas estavam trabalhando com prejuízo.

O tamanho das fazendas tem um efeito destacado no valor da terra, que é influenciado por imposições variadas de leis e políticas governamentais conflitantes em diferentes partes da Amazônia. Em Rondônia, o INCRA impôs a política governamental de não distribuir terras devolutas em parcelas maiores do que 2.000 ha cada.[9]

Os grandes pecuaristas conseqüentemente têm preferido Mato Grosso e Acre, onde essa lei não tem sido imposta. Esta política resultou em valores da terra no Acre seis vezes mais alto do que os de Rondônia, de acordo com um relatório (Théry, 1976: 96). A SUDAM confirmou sua preferência por projetos de grandes pecuaristas requerendo um mínimo de 25.000 ha para qualificação para incentivos (Cardoso & Müller, 1978: 162).

O aumento do valor da terra pode tornar até uma operação marginal de pecuária altamente lucrativa a longo prazo, desde que o título de propriedade possa ser obtido e mantido. A qualificação para um pedaço de papel com algumas assinaturas e carimbos pode assim acrescentar muito mais ao valor da propriedade do que a produção de carne de boi. Desmatar e plantar pasto é uma maneira de manter a posse da terra e se qualificar para o título definitivo.

Os especuladores têm freqüentemente optado pela pecuária bovina por causa de seu baixo custo por hectare para implantação em comparação com outros usos. Os aumentos dos preços de terras de pastagem são espetaculares sob qualquer padrão. No Mato Grosso Amazônico, os preços reais de terras de pastagem (depois de descontar a inflação) subiram à taxa anual de 38% durante o período de 1970-1975 (Mahar, 1979: 124). Esses lucros poderiam ter sido realizados sem nenhuma produção agrícola de qualquer espécie. Ainda mais, o valor da revenda da terra tem a tendência de se destacar do valor teórico da terra em termos de produção futura prevista (Found, 1971: 24), até o extremo de ser considerada como uma mercadoria como ouro em barras ou selos raros, cujo valor não vem de sua utilidade real como um insumo de produção. Sem dúvida, a continuidade da produção desses pastos é altamente improvável (Fearnside, 1979a, 1980b; Hecht, 1981). A raiz da motivação para leiloar o preço da terra muito acima do valor para produção é sem dúvida o desejo de se abrigar da astronômica inflação brasileira. A recente especulação das

terras de pastagens na Amazônia poderia ser considerada entre os investimentos mais lucrativos do planeta, dando aos especuladores um motivo poderoso para a rápida ocupação e implantação de pastos.

Plantações de Culturas Perenes

Trechos monoespecíficos de várias culturas estão se tornando cada vez mais importantes no desenvolvimento da terra firme da Amazônia. As áreas atuais são pequenas em comparação tanto com a área total da Amazônia quanto com a terra que está sendo convertida em pastagem, mas os planos para expansão continuam. A capacidade limitada dos mercados mundiais para absorver grandes aumentos na produção garante que as áreas de culturas perenes continuarão sendo pequenas em relação com o total.

Seringueira é uma prioridade importante, embora o custo de produção da borracha natural é maior na Amazônia do que na sudeste da Ásia divido à presença do fungo Microcyclus ulei. O Brasil, anteriormente a maior fonte de borracha do mundo, foi obrigado a importar 47% de sua necessidade de borracha natural em 1982 (A Crítica, 24 de setembro de 1982: 7). A seringueira é promovida sob um programa chamado PROBOR, bem como através de incentivos fiscais da SUDAM. Em 1979, 15.000 ha dos 19.000 ha de seringueira plantadas sob o PROBOR foram considerados satisfatórios, com a meta para o programa estabelecida em 40.000 ha (Morais, 1979). O órgão especial para seringueira, SUDHEVEA, foi extinta em 1986. Com a liberação dos recursos financeiros do PROBOR atrasado em quatro meses, seringueiros trabalhando em projetos financiados pelo programa entraram em greve em janeiro de 1987 (A Crítica, 27 de janeiro de 1987: 3). O custo de subvencionar a produção de borracha na Amazônia frente a competição do produto mais barato da Ásia pode explicar a prioridade reduzida indicado pelos poucos recursos aplicados no setor em anos recentes.

As plantações de cacau (Theobroma cacao) são financiadas tanto para pequenos agricultores em alguns dos projetos de colonização planejada da rodovia Transamazônica e em Rondônia, como para proprietários maiores em áreas vizinhas onde têm sido vendidas parcelas de 500-2.000 ha através de licitação. Um plano do governo empreendido pela CEPLAC (o órgão para a promoção e pesquisa do cacau) visa o financiamento de 200.000 ha de cacau na Amazônia durante um período de quinze anos (Alvim, 1977a: 350). Em Rondônia, calcula-se que a área do cacau cresceu de 17.528 ha em 1978 para 33.528 ha em 1980 (Brasil, CEPA-RO, 1980: quadra 20). O preço do mercado mundial para o cacau tem caído em termos reais desde 1977, uma tendência que o Banco Mundial prevê que vai continuar até 1990 (Skillings & Tcheyan, 1979; IBRD, 1981). Pode-se esperar portanto que a expansão futura seja nitidamente retardada.

A pimenta-do-reino (Piper nigrum) tem sido plantada sem

ajuda do governo em muitas áreas do Pará e do Amazonas. Mais recentemente, tem sido disponíveis financiamentos do governo para pimenta-do-reino, a maioria para os colonos na área da rodovia Transamazônica. A terra sob pimenta-do-reino no Pará aumentou de 5.674 ha em 1973 para 8.197 ha em 1976 (Homma & Miranda Filho, 1979: 18). Uma doença fúngica (Fusarium solani f. piperi) forçou o abandono de plantações mais velhas e provocou a migração dos agricultores para novas localidades (Fearnside, 1980b).

O dendê (Elaeis spp.) pode se tornar mais disseminado como cultura de plantação nos próximos anos. Em 1981 uma firma francesa começou uma plantação em escala comercial perto de Tefé, no Estado do Amazonas, mas em escala menor do que os 33.000 ha inicialmente previstos (Almeida, 1977). Nesse meio tempo, uma plantação experimental do Institute de Recherche pour les Huilles et Oleaginneaux (IRHO), da França, plantou 1.500 ha perto de Belém até 1977, com planos de expansão com 3.500 ha adicionais (Almeida, 1978: 31). Esse trabalho experimental levou a uma empresa comercial, Dendê do Pará S/A (DENPASA), com 2.500 ha em produção em 1979 (Muller, 1979). Uma doença fúngica proveniente de Suriname começou matando grande número de árvores de dendê na área de Belém em 1987.

O Guaraná (Paullinia cupana), uma trepadeira lenhosa da família sapindácea usada em refrigerantes, é uma planta nativa cultivada em plantações relativamente pequenas. É especialmente comum em áreas do Estado do Amazonas perto de Manaus e entre Manaus e Manacapuru. Os incentivos da SUDAM tem sido aprovados para usinas de beneficiamento (Almeida, 1978: 31). Os planos do governo para o financiamento da extensão de cultura do guaraná em outras áreas, inclusive na rodovia Transamazônica, até agora têm permanecido no papel.

As plantações de café tem sido financiadas em Rondônia para os colonos com lotes de 100 ha em projetos de colonização planejada. A área sob café em Rondônia está aumentando rapidamente, calculando-se um salto de 20.091 ha em 1978 para 32.638 em 1980, com a área já em produção crescendo de 6.630 ha para 19.567 ha no mesmo período (Brasil, CEPA-RO, 1980: Quadra 18). Um número muito menor de colonos plantou café na área de Altamira na rodovia Transamazônica no Pará. Como no caso do cacau e outras culturas perenes, pode-se esperar que a capacidade limitada dos mercados mundiais de absorver qualquer grande aumento das quantidades do produto diminuam a expansão das áreas plantadas muito antes que qualquer parte significativa da vasta área dessa região seja convertida para essas culturas.

PLANTAÇÕES SILVICULTURAIS

As plantações silviculturais têm aumentado na Amazônia e têm sido encorajadas como uma forma apropriada de desenvolvimento para a região (Alvim, 1977a,b; 1978a,b,c). As

plantações podem suprir as necessidades de madeira e papel do país a partir de uma área muito menor do que seria o caso se se fosse usar a floresta natural. Elas poderiam ter um efeito importante sobre a redução da pressão da derrubada da floresta se forem instaladas em áreas previamente desmatadas.

Espécies de madeira de lei têm sido até agora plantadas somente em escala experimental, mas espécies de crescimento rápido para celulose, compensado e madeira serrada têm sido plantadas em um número crescente em plantações comerciais. ICOMI, uma operação de mineração de manganês na qual a Bethlehem Steel tem uma participação de 49%, plantou 30.000 ha de pinheiro do Caribe (Pinus caribaea) no Território Federal de Amapá. A Georgia Pacific plantou 3.000 ha de Pinus caribaea nos 500.000 ha de sua propriedade perto de Portel, no Estado do Pará.

Mais conhecidas são as plantações da Companhia Florestal Monte Dourado, S.A (inicialmente Jari Florestal e Agropecuária, Ltda.), mais chamada simplesmente de "Jari". A Jari, uma propriedade que declara 1,6 milhões de hectares, foi inicialmente desenvolvida pelo magnata armador Daniel K. Ludwig. Em 1982, foi vendido uma participação de controle sobre os projetos de mineração e silvicultura da propriedade para um grupo de firmas brasileiras, perfazendo agora o número de vinte e três. A propriedade se localiza nas duas margens do rio Jari, a afluente do baixo Amazonas que forma os limites entre Pará e Amapá. As primeiras plantações foram instaladas em 1969, e até fevereiro de 1986 a propriedade tinha 75.200 ha de plantações silviculturais manejadas e 3.368 ha classificadas como abandonadas. Gmelina arborea, a espécie que foi inicialmente projetada para ser a única espécie, cresceu pobremente nos solos arenosos que ocupam grande parte da propriedade, levando a administração a converter algumas áreas para Pinus caribaea e mais tarde para espécies de Eucalyptus.

Gmelina arborea é uma árvore de origem asiática conhecida pelo rápido crescimento (Palmer, 1973). A Gmelina na Jari foi atacada por insetos e doenças (Fearnside & Rankin, 1979, 1980). Em 1974 larvas de lepidóptera não identificada desfolharam rapidamente 300 ha de Gmelina. Outras erupções subseqüentes até agora têm se restringido a áreas menores, mas esta e outras pragas continuam a infestar as plantações cada ano. Um fungo (Ceratocystis fibriata) apareceu nas plantações de Gmelina desde 1976 (Muchovej et al., 1978). Cancros do tronco causado por esse fungo provocam a morte das árvores. O controle químico do fungo é considerado atualmente impraticável e anti-econômico. A doença agora está inflingindo perdas severas, tanto pelo estrago direto sobre as árvores de Gmelina quanto indiretamente obrigando a Jari a adotar mudanças dispendiosas no manejo, tais como cortar as árvores em uma idade menor e substituir Gmelina pelo menos valioso Eucalyptus em alguns solos que poderiam ter produzido

Gmelina.

O Pinus caribaea var. hondurensis tem sido plantado em uma escala comercial na Jari desde 1973. A saúva (Atta spp.), a praga principal do Pinus, está agora controlada com pesticidas (Ribeiro & Woessner, 1978). Atta pode matar as mudas de Pinus de até dois anos de idade e reduzir o crescimento. As perdas de Pinus na Jari não são economicamente inaceitáveis quando comparadas com a taxa de crescimento durante o primeiro ciclo de colheita. A futura necessidade de fertilizantes e outros insumos, bem como a possibilidade de problemas biológicos mais severos, poderia mudar tais equilíbrios para essa e outras espécies da plantação.

O Eucalyptus deglupta, plantado em uma escala comercial na Jari entre 1979 e 1983, ocupou 14.471 ha em 1986. Esta espécie demonstrou, entre outros problemas, crescimento desigual e sensibilidade a seca. Outra espécies, E. urophylla e o híbrido E. urograndis têm se saído melhor nesses aspectos do que o E. deglupta. Estas têm sido plantadas em escala comercial desde 1982 e 1984, respectivamente, alcançando 14.433 ha até 1986.

Os planejadores no Brasil sugeriram que o projeto Jari seja copiado em larga escala em outras partes da Bacia Amazônica. Paulo de Tarso Alvim (1978c), uma voz influente no planejamento do desenvolvimento na Amazônia, acredita que os resultados obtidos na Jari "demonstram claramente o enorme potencial da silvicultura comercial na Amazônia". Outros sugeriram que a Jari representa "um experimento" que irá fornecer um modelo de desenvolvimento uma vez que produza lucros. Existe ampla razão para se duvidar da sabedoria de aplicar a Jari como um modelo para desenvolvimentos em larga escala em outras partes da Amazônia (Fearnside & Rankin, 1979, 1980, 1982, 1984, 1985).

Os problemas biológicos diversos e produções modestas de plantações silviculturais na Jari têm grande significância para os planos para plantios gigantescos de Eucalyptus no Programa Grande Carajás. Os planos para silvicultura na área de Grande Carajás começaram com o anuncio de vastas plantações de Eucalyptus (Fearnside & Rankin, 1982), o que depois diminuiu em subseqüentes versões do plano devido à falta de verbas (Fearnside, 1986d).

Agora a parte de silvicultura do plano está indo para frente às presas, com potencial para alcançar uma escala ainda maior que o plano original. Uma série de usinas de ferro-gusa seria montada na Amazônia Oriental para processar uma parte do minério de Carajás, local do maior depósito de minério de ferro de alto grau do mundo. Incentivos para oito usinas já foram aprovados (Brasil, Presidência da República, SEPLAN, Programa Grande Carajás, CODEBAR & SUDAM, 1986), e um total de 20 usinas são planejadas (Francisco Sales Batista Ferreira, comunicação pessoal, 1986). Baseado nas produções de

Eucalyptus obtidas na Jari, seria necessária para suprir carvão vegetal a estas 20 usinas, mais quatro outras indústrias planejadas ou começadas, uma plantação de 711.152 ha, ou quase dez vezes a área das plantações silviculturais manejadas na Jari (Fearnside, 1988).

NOTAS

1. Corrida para o Desenvolvimento na Floresta Úmida da Amazônia

1. A Amazônia Legal mostrada na Figura 1.1 depois de uma pequena modificação em sua fronteira sul feita em 1 de janeiro de 1979. O novo limite é uma linha irregular ligeiramente ao sul do paralelo 16, o qual serviu como limite desde a designação da área em 1953 (Decreto Lei 1.806). Os valores para área antiga variavam de 4.990.750 km^2 (Almeida, 1977) até 5.033.072 km^2 (Rebelo, 1973: 43). A nova área tem 5.005.425 km^2, se se incluir as superfícies de água e 4.975.607 km^2, se elas forem excluídas (Brasil, IBGE, 1982: 28; ver Tabela 1.2). Outro valor relatado para a área terrestre é 4.975.527 km^2 (Tardin et al., 1980).

2. Estados Unidos, Department of State, 1978; Grainger, 1980, Lanly & Gillis, 1980, Myers, 1979, 1980a,b; National Research Council, CRPTB, 1980; UNEP, 1980.

3. Tardin et al. (1978, 1979) fez um levantamento de 552.000 km^2 na área geral da rodovia Belém-Brasília, e descobriu que 41.000 km^2 (7,4%) tinham sido derrubados no momento em que as fotos foram tiradas em 1977. O estudo inclui uma grande área de vegetação do tipo de cerrado, até incluindo áreas na latitude de Brasília na amostra.

4. Palestra reproduzida em Tamer (1970: 249-253).

5. Pessoas de descendência mista de Índios e Brancos ou, mais amplamente, qualquer habitante pobre de língua portuguesa do interior da Amazônia.

6. Referências oficiais iniciais à meta de um milhão de famílias foram rapidamente reduzidas pelo INCRA para o valor de 100.000 (Kohlhepp, 1980: 60).

7. Descrito por Sanders, 1973; Wesche, 1974; Goodland & Irwin, 1975a; Kleinpenning, 1975; Smith, 1976a,b, 1981, 1982, e Moran, 1976, 1981.

8. Essa prática difere do costume entre os grupos indígenas das terras baixas da América do Sul. Na Venezuela, Harris (1971: 492) encontrou milho plantado em terreno mais bem desmatado do que mandioca. Na rodovia Transamazônica a mandioca é normalmente plantada depois que o terreno passou por uma coivara

para uma primeira colheita de arroz, e é o milho que é relegado ao emaranhado de galhos quando uma queimada é pobre e sobra pouco tempo para a coivara.

9. Essa lei (Lei No. 2.597, art. 8 de 1955) é algumas vezes lograda pelo registro de várias parcelas vizinhas em nome de diferentes membros da família.

2. A Floresta Ãmida Tropical como um Ecossistema

1. Em 1966 Falesi calculou que havia 25.000 km^2 de terra roxa conhecidos (1967: 156). Até 1970, essa cifra havia caído em mais de metade para 10.600 km^2 (Falesi & Rodrigues, 1970: 3), e até 1973 eram 10.300 km^2 (Falesi, 1974a: 209), e até 1974 eram 10.000 km^2 (Falesi, 1974b: 2.8).

2. A analogia do dióxido de carbono com uma estufa é um tanto enganadora pois a última tem a maior parte de seu efeito como uma barreira para a convecção em vez de ser para uma radiação de onda longa.

3. Alguns pesquisadores relataram descobertas que implicam em um efeito substancialmente mais baixo sobre as temperaturas globais a partir de um dado aumento no CO_2 atmosférico. Usando observações meteorológicas ao acompanhar uma erupção vulcânica como um "experimento natural" em vez de simulações de computador usadas em outros estudos, Newell & Dopplick (1979) calcularam que as elevações de temperatura que resultam da duplicação do CO_2 atmosférico não seriam mais do que 0,25^o C. Outro estudo experimental (Idso, 1980a,b), usando observações a curto prazo sobre uma massa de terra continental, calcula um aquecimento médio global no valor de até 0,26^o C. Muitos pesquisadores consideram baixas essas estimativas (P.J. Crutzen, com. pess., 1980; Leovy, 1980; Schneider et al., 1980; G.M. Woodwell, com. pess., 1980). A diferença nos resultados é aparentemente devido à omissão da retroalimentação positiva entre a temperatura do oceano e o aquecimento troposférico causado pela absorção da radiação e re-radiação pelo vapor de água (Kerr, 1982; Ramanathan, 1981; NAS, 1982a).

3. Crescimento Populacional e Capacidade de Suporte

1. Ammerman (1975) publicou uma discussão excelente da abordagem

do arqueólogo ao problema da estimativa da capacidade de suporte.

2. Brush (1975) mostrou independentemente a identidade das fórmulas de Allan & Carneiro, mas chegou a conclusões erradas a respeito das fórmulas de Gourou & Conklin. Aparentemente um dos erros apareceu por não ter sido vista a ficha do erratum na frente da revista que continha a publicação original do trabalho de Conklin (1959) corrigindo um erro de impressão na fórmula ("T" foi impresso em lugar de "L" no denominador da fórmula de densidade populacional crítica). Brush também interpretou erroneamente o "A" na fórmula como "acreage" em vez de "área" em hectares mas deixou a constante de conversão de 100 na equação, o que converte hectares em quilômetros quadrados na formulação de Conklin (1959). No caso da fórmula de Gourou, Brush declarou que o período de rotação não deveria ser simplesmente o período de cultivo mais o período de pousío, mas deveria ser essa quantidade dividida pelo período de cultivo. No entanto, as outras discussões da fórmula por Gourou publicadas (1971: 188) confirmam sua intenção original e a fórmula original de Gourou pode ser demonstrada como sendo idêntica às outras fórmulas de cultura itinerante.

3. Alguns antropólogos argumentam que os vários comportamentos que limitam a população evoluírem para conservar o tamanho das populações abaixo da capacidade de suporte para o benefício dos grupos (e.g., Meggers, 1971). Basear as determinações da capacidade de suporte sobre consumo individual deveria encorajar a estruturação de análises dessa espécie em termos de fitness inclusiva dos indivíduos (Durham, 1976; Lewontin, 1970; Williams, 1966).

4. Alguns estudos combinam implicitamente um grupo de fatores através de termos tais como "a quantidade de alimento (um individuo médio) comumente retira por ano das plantas cultivadas" (Carneiro, 1960; ver Box). A proteína animal não é normalmente incluida nessas medições combinadas.

5. Ver, por exemplo, Allan 1949, 1965; Brookfield & Brown, 1963: 110-114; Fearnside, 1972; Rappaport, 1968; Waddell, 1972: 170; e Nações Unidas, UNESCO/UNFPA, 1977: 386-389.

6. Esse tipo de distorção é algumas vezes referida como uma "cama de Procrusto", tendo o nome do gigante da mitologia Grega que arrebatava os viajantes e os prendia à cabeceira de ferro de

uma cama, e então cortava suas pernas ou as esticava até que coubessem no leito.

7. Tal confusão anuviou o debate público dos modelos "limites de crescimento" do WORLD3 para os recursos globais, poluição e tendências de população (D.H. Meadows et al., 1972, 1973; D.L. Meadows et al., 1973).

8. Estatísticos usam os termos "variável" e "parâmetro" um tanto diferentemente dos modeladores. Os estatísticos falam de variáveis "independentes", fatores (independentemente da origem com respeito aos limites do sistema) que influenciam uma variável "dependente" cujo valor o pesquisador gostaria de descrever ou predizer. "Parâmetros" para estatísticos se referem às características do universo que está sendo estudado, como diferente das estatísticas que aproximam esses valores baseados em estimativas a partir de amostragem.

4. Modelagem do Agro-Ecossistema dos Colonos da Rodovia Transamazônica

1. Floresta densa dos baixos platôs da sub-região dos baixos platôs do Pará/Maranhão; floresta densa da sub-região da superfície arrasada da Serra dos Carajás; floresta densa dos platôs da sub-região dos altos platôs do Xingu-Tapajós; e floresta aberta mista da sub-região da superfície arrasada do meio Xingu/Irirí (Brasil, RADAMBRASIL, 1974: vol. 5, mapa fitoecológico, folha SA.22).

2. Falesi (1972a) classifica muito da mesma área como podzólico vermelho-amarelo (Ultisol).

3. Nesse estudo, o termo floresta virgem refere-se à floresta não derrubada por colonos, pois os índios estão presentes na área desde séculos antes do programa de colonização.

4. Graner et al. (1972) dao o valor de 1,7% de carbono. Alguns valores são ainda mais baixos, tais como 1,5% de matéria orgânica (correspondendo a 0,87% de carbono) considerados adequados pelo Serviço Nacional de Levantamento de Solos em Minas Gerais (citando North Carolina State University, 1974: 149).

5. Um Modelo Estocástico Para a Capacidade de Suporte na Rodovia

Transamazônica

1. Note-se que os valores e datas mostrados na saída do programa não representam predições para anos específicos. A escala de tempo mostrada nos gráficos de saída é projetada para servir somente como um guia para a duração dos horizontes de tempo da execução.

2. As 25 g/pessoa/dia do padrão da F.A.O. usado para proteína animal é um tanto alto, sendo que 10 g/pessoa/dia é considerado adequado por muitas autoridades, ou até menos, dependendo de uma variedade de fatores (McArthur, 1977). O valor mais alto é consistente com os padrões usados pelos órgãos locais do governo (Brasil, ACAR-PARÁ, 1974). A alta prioridade que os brasileiros colocam sobre a carne (incluída no setor de alocação do produto no KPROG2) assegura que o consumo de proteína animal é mais do que adequado do ponto de vista de padrão nutricional, se estiverem disponíveis recursos suficientes.

3. Como na discussão dos dados de entrada no Capítulo 4, todos os valores em cruzeiro usados no programa estão corrigidos para a inflação de 1 de janeiro de 1975. Nessa época o salário mínimo mensal no Pará era Cr$ 326,40 e a taxa de cambio para o dólar dos E.U.A. era 7,4. Essas unidades são designadas como "Cr75$".

4. As áreas mostradas são áreas plantadas para todas as culturas com a exceção de mandioca amarga e doce sozinha e consorciada. A área de milho é total para milho sozinho e milho consorciado com correção para a densidade para dar o equivalente de milho plantado sozinho (usando-se o fator de correção de 0,647 para milho consorciado, calculado baseado em Fearnside, 1978: 580 como uma média ponderada).

5. Todas as execuções da Figura 5.12 têm o setor populacional dinâmico com a exceção da execução com a população restrita aos trabalhadores somente, à densidade de 60 pessoas/km^2, o que conservou o setor de população congelado. As execuções para as quais são demonstradas as probabilidades de fracasso para critérios individuais na Figura 5.11 são as que têm densidades de 64,0 e 71,3 pessoas/km^2.

APÉNDICE: RESUMO DAS EQUAÇÕES E PARÂMETROS DO MODELO DO KPROG2

1. Para comparação com a variação de Cr75$ 753-1.329 de Moran,

Bunker calcula uma variação equivalente a Cr75$ 138-3.506, baseado nos custos de 1977 para o transporte e outras necessidades em três diferentes tipos de projetos de colonização, incluindo Altamira (1980b: 587). A estimativa de Bunker inclui custos de alimento e alojamento (Cr75$ 30-721) não incluidos por Moran, enquanto Moran inclui as viagens para a confirmação da aprovação do empréstimo (Cr75$ 57-95) não incluídas por Bunker (Bunker, 1980b: 587; Moran, 1976: 86).

2. Bunker relata a variação para três projetos de colonização como 3-19 dias (1980: 587), em comparação com a variação de Moran de 17-30 dias (1976: 86), incluindo 3-5 dias para a confirmação da aprovação, não incluídos na variação de Bunker (1980b: 597).

BIBLIOGRAFIA

Ackermann, F.L. 1966. A depredação dos solos da Região Bragantina e na Amazônia. Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.

Ahn, P.M. 1979. The optimum length of planned fallows. p. 15-39 In: H.O. Mongi & P.A. Huxley (compiladores) Soils Research in Agroforestry: Proceedings of an Expert Consultation held at the International Council for Research in Agroforestry (ICRAF) in Nairobi, 26-30 de março de 1979. ICRAF, Nairobi, Quênia.

Albuquerque, F.C. de, & Conduré, J.M.P. 1971. Cultura da pimenta do reino na Região Amazônica. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN) Série: Fitotecnica 2: 1-149.

Albuquerque, F.C. de, Duarte, M. de L.R., Silva, H.M. & Pereira, R.H.M. 1973. A Cultura da Pimenta-do-Reino. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN)/Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ), Circular No. 19, Belém, Pará.

Allan, W. 1949. Studies in African land usage in Northern Rhodesia. Rhodes Livingstone Papers 15: 1-23.

Allan, W. 1965. The African Husbandman. Barnes & Noble, New York, E.U.A.

Almeida, H. de. 1977. Amazônia. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), Belém, Pará.

Almeida, H. de. 1978. O Desenvolvimento da Amazônia e a Política de Incentivos Fiscais. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), Belém, Pará.

Almeida, T. de C, & V. Caníchio Filho. 1972. Principais Culturas (2). Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas, São Paulo.

Alvim, P. de T. 1973. Desafio agrícola da região Amazônica. Ciência e Cultura 24: 437-43.

Alvim, P. de T. 1977a. The balance between conservation and utilization in the humid tropics with special reference to Amazonia, Brazil. p. 347-352 In: G.T. Prance & T.S. Elias (compiladores) Extinction is Forever. New York Botanical Garden, New York, E.U.A.

Alvim, P. de T. 1977b. Possibilidades de expansão da fronteira agrícola nas regiões tropicais úmidas da América Latina. Trabalho apresentado no VII Conferência Interamericana de Agricultura, 5-7 de setembro 1977, Tegucigalpa, Honduras. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, Organização de Estados Americanos.

Alvim, P. de T. 1978a. Perspectives of agricultural production in the Amazon Region. Interciencia 3: 243-251.

Alvim, P. de T. 1978b. Floresta amazônica: equilíbrio entre utilização e conservação. Ciência e Cultura 30: 9-16.

Alvim, P. de T. 1978c. Floresta amazônica: equilíbrio entre utilização e conservação. Silvicultura 1978(1): 30-35 e (2): 54-59.

American Association for the Advancement of Science. 1975. Food. Science 188: 503-662.

Ammerman, A.J. 1975. Late pleistocene population dynamics: an alternate view. Human Ecology 3: 219-233.

Andreae, B. 1974. Problems of increasing the productivity in tropical farming. Applied Science and Development 3: 124-139.

Arruda, H.P. de 1972. Exposição do Delegado do Brasil. p. 5.4-5.9 In: Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA)/Instituto Interamericano de Ciências Agrárias da Organização de Estados Americanos (IICA-TRÓPICOS), Seminário sobre Sistemas de Colonização na Amazônia (Trópico Úmido) Relatório Preliminar. IICA-TRÓPICOS, Belém, Pará.

Aschmann, H. 1959. The Central Desert of Baja California: Demography and Ecology. Ibero-Americana 42, Berkeley, California, E.U.A.

Ayres, J.M. 1977. A situação atual da área de ocorrência do cuxiú preto (Chiropotes satanas satanas - Hoff., 1807). Report to International Union for the Conservation of Nature (IUCN/SCC) Primate Specialist Group.

Ayres, J.M. 1978. Reserva Ecológica de Aripuanã. Relatório ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas.

Barcellos, J.M. 1974. Subsídios e diretrizes para um programa de pesquisa com bovinocultura na região norte. p. 6.1-6.55 In: Reunião do Grupo Interdisciplinar de Trabalho sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para a Amazônia (Trópico Úmido), Brasília, Maio 6-10, 1974. Vol. 2. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasília.

Barrett, S.W. 1980. Conservation in Amazonia. Biological Conservation 18: 209-235.

Bartholomew, G.A. Jr., & Birdsell, J.B. 1953. Ecology and the protohominids. American Anthropologist 55: 481-498.

Bayliss-Smith, T.P. 1974. Constraints on population growth: the case of the Polynesian outlier atolls in the precontact period. Human Ecology 2: 259-295.

Bayliss-Smith, T.P. 1980. Population pressure, resources and welfare: towards a more realistic measure of carrying capacity. p. 61-93 In: H.C. Brookfield (compilador) Population-Environment Relations in Tropical Islands: The Case of Eastern Fiji. Man and the Biosphere (MAB) Technical Notes 13, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, França.

Beaver, S.E. 1975. Demographic Transition Theory Reinterpreted. Lexington Books, Lexington, Massachusetts, E.U.A.

Beinroth, F.H. 1975. Relationships between U.S. soil taxonomy, the Brazilian system, & FAO/UNESCO soil units. p. 97-108 In: E. Bornemsza & A. Alvarado (compiladores) Soil Management in Tropical America: Proceedings of a Seminar held at CIAT, Cali, Colombia 10-14 de fevereiro de 1974. North Carolina State University, Soil Science Department, Raleigh, North Carolina, E.U.A.

Bennema, J. 1975. Soil resources of the tropics with special reference to the well-drained soils of the Brazilian Amazonian forest region. p. 1-47 In: International Symposium on Ecophysiology of Tropical Crops, Manaus, 25-30 de maio de 1975. Vol. 1. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Itabuna, Bahia.

Bjo"rkstro"m, A. 1979. A model of CO_2 interaction between atmosphere, oceans, & land biota. p. 403-457 In: B. Bolin, E.T. Degens, S. Kempe & P. Ketner (compiladores) The Global Carbon Cycle. Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) Report 13, John Wiley & Sons, New York, E.U.A.

Bodard, L. 1972. Green Hell: Massacre of the Brazilian Indians. Outerbridge & Dienstfrey, New York, E.U.A.

Bolin, B. 1977. Changes of land biota and their importance for the carbon cycle. Science 196: 613-615.

Bongaarts, J. 1980. Does malnutrition affect fecundity? a summary of evidence. Science 208: 564-569.

Borgstrom, G. 1965. The Hungry Planet: the Modern World at the Edge of Famine. Collier-MacMillan, London, Inglaterra.

Bourne, R. 1978. Assault on the Amazon. Victor Gollancz, London, Inglaterra.

Braga, P.I.S. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário da floresta amazônica. Acta Amazonica 9(4) suplemento: 53-80.

Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI e CEPLAC. s/d. (ca. 1974). Roteiro de orçamento para aplicação de crédito em lavoura de cacau - 1 ha. método derrubada total. ACAR-PARÁ, Altamira, Pará (Mimeografado)

Brasil, Governo do Território Federal de Rondônia, Comissão de Planejamento Agrícola de Rondônia (CEPA-RO). 1980. Perspectiva anual de produção e abastecimento do Território Federal de Rondônia 1979/1980. CEPA-RO, Porto Velho, Rondônia.

Brasil, Ministério da Agricultura, Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ). 1973. Orçamento para 1.000 pés de pimenta-do-reino. ACAR-PARÁ, Agrópolis Brasil Novo, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ). 1974. Curso de atualização técnica pedagógica, Convênio UNICEF/PIPMO/ ABCAR/ACAR-PARÁ, Disciplina: Nutrição. ACAR-PARÁ, Agrópolis Brasil Novo, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ) s/d. (ca. 1974). Composição dos alimentos mais comuns em nosso país. Ceplan/ Assessoria Técnica de Alimentação e Habitação, ACAR-PARÁ. Curso de Atualização Técnica Pedagógica, Convênio UNICEF/PIPMO/ ABCAR/ACAR-PARÁ, Disciplina: Nutrição. ACAR-PARÁ, Agrópolis Brasil Novo, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ), Unidade Operacional Altamira IV. 1974. Pimenta-do-reino. ACAR-PARÁ, Agrópolis Brasil Novo, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ), Unidade Operacional Altamira VI. s/d. (ca. 1974). Orçamento para 1.000 pés de cacau. ACAR-PARÁ, Altamira, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Divisão de Pesquisa Pedológica (DNPEA). 1973a. Levantamento de Reconhecimento dos Solos de uma Área Prioritária na Rodovia Transamazônica entre Altamira e Itaituba, Boletim Técnico No. 34. DNPEA, Rio de Janeiro.

Brasil, Ministério da Agricultura, Divisão de Pesquisas Pedológica (DNPEA). 1973b. Estudo Expedito dos Solos no Trecho Itaituba-Estreito da Rodovia Transamazônica para Fins de Classificação e Correlação, Boletim Técnico No. 31. DNPEA, Rio de Janeiro.

Brasil, Ministério da Agricultura, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)-Instituto de Pesquisas

Agropecuárias do Norte (IPEAN). 1974. Solos da Rodovia Transamazônica, Trecho Itaituba-Rio Branco, Relatório Preliminar. EMBRAPA-IPEAN, Belém, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1975. Inventário Florestal da Rodovia Transamazônica. IBDF, Delegacia Estadual do Pará, Belém, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1979. Plano de Sistema de Unidades de Conservação do Brasil. IBDF, Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1983a. Alteração da Cobertura Vegetal Natural do Território de Roraima: Anexo Relatório Técnico. IBDF, Departamento de Economia Florestal, Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil (PMCFB), Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1983b. Desenvolvimento Florestal no Brasil. IBDF Folha Informativa No. 5 (Proj. PNUD/FAO/BRA-82-008). IBDF, Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1985a. Monitoramento da Alteração da Cobertura Vegetal Natural da Área do Programa POLONOROESTE nos Estados de Rondônia e Mato Grosso, Relatório Técnico. IBDF, Departamento de Economia Florestal, Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil (PMCFB), Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1985b. Estado de Rondônia: Mapa de Alteração da Cobertura Vegetal Natural. (Escala l: 1.000.000). IBDF, Departamento de Economia Florestal, Programa de Monitoramento da Cobertura Floretal do Brasil (PMCFB), Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN). 1966. Sugestões para adubação (1966), 2a. aproximação. IPEAN, Belém, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN). 1967. Contribuição ao Estudo dos Solos de Altamira. IPEAN Circular No. 10. IPEAN, Belém, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). 1972a. Projeto Integrado de Colonização Altamira-I. INCRA, Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). 1972b. A Colonização no Brasil: Situação Atual, Projeções e

Tendências em Rondônia. INCRA, Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). 1980. Imposto Territorial Rural, Manual de Orientação. INCRA, Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) s/d. (ca. 1972). Para um Brasil Redescoberto, Integrado, Nôvo, Forte e Maior, a Transamazônica. INCRA, Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Coordenaria Regional do Norte Cr-01. 1974. Relatório de Atividades 1974. INCRA, Belém, Pará.

Brasil, Ministério das Minas e Energia, Projeto RADAMBRASIL. 1973-1982. Levantamento de Recursos Naturais. Vols. 1-23. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Rio de Janeiro.

Brasil, Ministério do Interior, Secretaria Especial do Meio-Ambiente (SEMA). 1977. Program of Ecological Stations. SEMA, Brasília.

Brasil, Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). 1978. Estudo da viabilidade técnico-econômico da exploração mecanizada em floresta de terra firme, região de Curuá-Una. PNUD/FAO/IBDF/BRA-76/027. SUDAM, Belém, Pará.

Brasil, Presidência da República, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1978. WAC Carta Aeronáutica Mundial: Belém, Brasil WAC 2946, (Escala 1: 1.000.000), 1º. edição. IBGE, Rio de Janeiro.

Brasil, Presidência da República, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico (IBGE). 1980. Anuário Estatístico do Brasil 1979. Vol. 40. IBGE, Rio de Janeiro.

Brasil, Presidência da República, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1982. Anuário Estatística do Brasil 1981. Vol. 42. IBGE, Rio de Janeiro.

Brasil, Presidência da República, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). 1978. Relatório Quadrianual 1974-1978. INPA, Manaus, Amazonas.

Brasil, Presidência da República, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). 1979. Estratégias para a Política Florestal na Amazônia Brasileira. Acta Amazonica 9(4) suplemento: 1-216.

Brasil, Presidência da República, Secretaria de Planejamento (SEPLAN), Programa Grande Carajás, Companhia de Desenvolvimento de Barcarena (CODEBAR) & Ministério do

Interior, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). 1986. Problemática do Carvão Vegetal na Área do Programa Grande Carajás. CODEBAR/SUDAM, Belém, Pará.

Bremner, J.M. & Blackmer, A.M. 1978. Nitrous oxide emission from soils during nitrification of fertilizer nitrogen. Science 19: 295-296.

Brookfield, H.C., & Brown, P. 1963. Struggle for Land: Agriculture and Group Territories among the Chimbu of the New Guinea Highlands. Oxford University Press, New York, E.U.A.

Brooks, E., Fuerst, R., Hemming, J. & Huxley, F. 1973. Tribes of the Amazon Basin in Brazil 1972, Report for the Aborigines Protection Society. C. Knight, London, Reino Unido.

Brown, H. 1954. The Challenge of Man's Future. Viking, New York, E.U.A.

Brown, L.R. 1974. In the Human Interest: a Strategy to Stabilize World Population. W.W. Norton, New York, E.U.A.

Brown, L.R. 1980. Building a Sustainable Society. W.W. Norton, New York, E.U.A.

Brush, S.B. 1975. The concept of carrying capacity for systems of shifting cultivation. American Anthropologist 77: 799-811.

Brush, S.B. 1976. Reply to Vayda. American Anthropologist 78: 646-647.

Budowski, G. 1956. Tropical savannas, a sequence of forest felling and repeated burnings. Turrialba 6: 23-33.

Budowski, G. 1976. Why save tropical rain forests? some arguments for campaigning conservationists. Amazoniana 4: 529-538.

Budyko, M.I. 1969. The effect of solar radiation variations on the climate of the earth. Tellus 21: 611-619.

Bunker, S.G. 1979. Power structures and exchange between government agencies in the expansion of the agricultural sector. Studies in Comparative International Development 14: 56-76.

Bunker, S.G. 1980a. Forces of destruction in Amazônia. Environment 22: 14-43.

Bunker, S.G. 1980b. Barreiras Burocráticas e institucionais ` modernização: o caso da Amazônia. Pesquisa e Planejamento Econômico 10: 555-600.

Butz, W.P. & Habicht, J.P. 1976. The effects of nutrition and health on fertility: hypotheses, evidence, and interventions. p. 210-238 In: R.G. Ridker (compilador) Population and Development: the Search for Selective Interventions. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, E.U.A.

Calkins, J. (compilador) 1982. The Role of Solar Ultraviolet Radiation in Marine Ecosystems. Plenum, New York, E.U.A.

Camargo, F.C. de 1948. Land and settlement on the recent and ancient quaternary along the railway line of Bragança, State of Pará, Brasil. p. 213-221 In: Proceedings of the Inter-American Conference on Conservation of Renewable Natural Resources. United States Department of State, Washington, D.C., E.U.A.

Camargo, M.N., & Falesi, I.C. 1975. Soils of the Central Plateau and Transamazonic Highway of Brazil. p. 25-45 In: E. Bornemsza & A. Alvarado (compiladores) Soil Management in Tropical America: Proceedings of a Seminar Held at CIAT, Cali, Colombia, 10-14 de fevereiro de 1974. North Carolina State University Soil Science Department, Raleigh, North Carolina, E.U.A.

Cardoso, F.H., & Mu"ller, G. 1978. Amazônia: Expansão do Capitalismo 2ª. edição, Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (CEBRAP), Editora Brasiliense, São Paulo.

Carneiro, R.L. 1960. Slash-and-burn agriculture: a closer look at its implications for settlement patterns. p. 229-234 In: F.C. Wallace (compilador) Men and Cultures: Selected Papers of the Fifth International Congress of Anthropological and Ethnological Sciences, setembro de 1956. University of Pennsylvania Press, Philadelphia, Pennsylvania, E.U.A.

Carol, H. 1973. The calculation of theoretical feeding capacity for tropical Africa. Geographischen Zeitschrift 61(2): 81-94.

Carvalho, J.C. de M. 1981. The conservation of nature and natural resources in the Brazilian Amazon. CVRD Revista 2 (Edição Especial): 5-47.

Catani, R.A., & Jacintho, A.O. 1974. Avaliação da Fertilidade do Solo: Método de Análise. Livroceres Ltda., Piracicaba, São Paulo.

Chatt, E.M. 1953. Cocoa: Cultivation, Processing, Analysis. Interscience Publishers, New York, E.U.A.

Ciência e Cultura. 1981. Invasão do Parque das Trombetas. Ciência e Cultura 33(11): 1504.

Ciência e Cultura. 1982. Ambiente ameaçado. Ciência e Cultura

35(9): 1236-1237.

Ciência e Cultura. 1983a. Adeus, Parque! Ciência e Cultura 35(6): 834-836.

Ciência e Cultura. 1983b. Duas novas reservas. Ciência e Cultura 35(2): 248.

Clark, C.B. 1973. The economics of overexploitation. Science 181: 630-634.

Clark, C.B. 1976. Mathematical Bioeconomics: the Optimal Management of Renewable Resources. Wiley-Interscience, New York, E.U.A.

Clarke, W.C. 1976. Maintenance of agriculture and human habitats within the tropical forest ecosystem. Human Ecology 4(3): 247-259.

Clarke, W.C. 1978. Progressing with the past: environmentally sustainable modifications of traditional agricultural systems. p. 142-157 In: E.K. Fisk (compilador) The Adaptation of Traditional Agriculture: Socioeconomic Problems of Urbanization. Development Studies Centre Monograph No. 1l. Australian National University, Melbourne, Austrália.

Clay, J.W. 1983. The POLONOROESTE Project. In: D. Maybury-Lewis (compilador) In the Path of POLONOROESTE: Endangered Peoples of Western Brazil. Cultural Survival, Cambridge, Massachusetts, E.U.A.

Coale, A.J. 1983. Recent trends in fertility in less developed countries. Science 221: 828-832.

Cochrane, T.T. & Sánchez, P.A. 1982. Land resources, soils and their management in the Amazon region: a state of knowledge report. p. 137-209 In: S.B. Hecht (compiladora) Amazonia: Agriculture and Land Use Research. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colômbia.

Coelho, F.S., & Verlengia, F. 1972. Fertilidade do Solo. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas, São Paulo.

Conklin, H.C. 1959. Population-land balance under systems of tropical forest agriculture. Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress (Bangkok, 1957) 7: 63.

Cooke, G.W. 1970. The carrying capacity of the land in the year 2000. p. 15-42 In: L.R. Taylor (compilador) The Optimum Population for Britain. Academic Press, New York, E.U.A.

Costa, A. da S., Frazão, D.A.O., Tourinho Filho, E. & Daguer,

A.R.F. 1973. Cultura do Cacau. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN)/Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ), Circular No. 18. ACAR-PARÁ, Belém, Pará.

Cowgill, G.L. 1975. On causes and consequences of ancient and modern population changes. American Anthropologist 77: 505-525.

A Crítica (Manaus), 23 de dezembro de 1978. "'Contrato de risco' acaba com 40 por cento da floresta amazônica." Cad. 1, p. 3.

A Crítica (Manaus), 03 de dezembro de 1986. "Migração estrondosa preocupa em Rondônia." Cad. 1, p. 7.

A Crítica (Manaus), 01 de junho de 1982. "Figueiredo criou ontem 4 estações ecológicas." Cad. 1, p. 7.

A Crítica (Manaus), 24 de setembro de 1982. "Produção de borracha chega a 34 mil toneladas este ano." Cad. 1, p. 7.

A Crítica (Manaus), 27 de janeiro de 1987. "Retenção de verbas do Probor gera protestos." Cad. 1, p. 3.

Crutzen, P.J., Heidt, L.E., Krasnec, K.P., Pollock, W.H. & Seiler, W. 1979. Biomass burning as a source of atmospheric gases CO, H_2, N_2O, CH_3, HCl, and CO_2. Nature 282: 626.

Cruz, E. de S., de Souza, G.F. & Bastos, J.B. 1971. Influência de adubação NPK no milho, em terra roxa estruturada (Altamira-Zona do Rio Xingu). Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN), Série: Fertilidade do Solos 1(3): 1-17.

Cunha Camargo, J.G. da 1973. Urbanismo Rural. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Brasília.

Cunningham, R.H. 1963. The effect of clearing a tropical forest soil. Journal of Soil Science 14: 334-344.

Dakwa, J.T. 1974. The development of blackpod disease (Phytophthora palmivora) in Ghana. Turrialba 24: 367-372.

Dantas, M. 1979. Pastagens da Amazônia Central: ecologia e fauna do solo. Acta Amazonica 9(2) suplemento: 1-54.

Dasmann, R.F. 1972. discussão. p. 788-789 In: M.T. Farver & J.P. Milton (compiladores) The Careless Technology: Ecology and International Development. Natural History Press, Garden City, New York, E.U.A.

Davis, S. 1977. Victims of the Miracle: Development and the Indians of Brazil. Cambridge University Press, Cambridge,

Reino Unido.

Denevan, W.M. 1970. The aboriginal population of western Amazonia in relation to habitat and subsistence. Revista Geográfica 72: 61-86.

Dickinson, R.E. 1981. Effects of tropical deforestation on climate. Studies in Third World Societies 14: 411-441.

Donahue, T.M. 1975. The SST and ozone depletion. Science 187: 145.

Draper, N.R., & Smith, H. 1966. Applied Regression Analysis. John Wiley & Sons, New York, E.U.A.

Durham, W.E. 1976. Resource competition and human aggression, Part I: a review of primitive war. Quarterly Review of Biology 51: 385-415.

Dynia, J.F., Moreira, G.N.C. & Bloise, R.M. 1977. Fertilidade de solos da região da Rodovia Transamazônica. II. Fixação do fósforo em podzólico vermelho-amarelo e terra roxa estruturada latossólica. Pesquisa Agropecuária Brasileira 12: 75-80.

Eckholm, E. 1978. Disappearing species: the social challenge. Worldwatch Paper No. 22. Worldwatch Institute, Washington, D.C., E.U.A.

Eden, M.J. 1978. Ecology and land development: the case of Amazonian rainforest. Transactions of the Institute of British Geographers, New Series 3(4): 444-463.

Egler, E.G. 1961. A Zona Bragantina do Estado do Pará. Revista Brasileira de Geografia 23(3): 527-555.

Ehrlich, P.R. 1982. Human carrying capacity, extinctions, and nature reserves. BioScience 32(5): 331-333.

Ehrlich, P.R., & Ehrlich, A.H. 1981. Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species. Random House, New York, E.U.A.

Ehrlich, P.R., Ehrlich, A.H. & Holdren, J.P. 1977. Ecoscience: Population, Resources, Environment. W.H. Freeman, San Francisco, California, E.U.A.

Eigner, J. 1975. Unshielding the sun: environmental effects. Environment 17(3): 15-25.

O Estado de São Paulo. 24 de maio de 1974. "Ocupação tornará Amazônia rentável." p. 11.

O Estado de São Paulo. 21 de maio de 1976. "Cotrijuí inicia no próximo mês a instalação de núcleo na Amazônia." p. 12.

Estados Unidos, Council on Environmental Quality and Department of State. 1980. The Global 2000 Report to the President. 3 Vols. Pergamon Press, New York, E.U.A.

Estados Unidos, Department of Agriculture. 1965. Changes in Agriculture in 26 Developing Nations, 1948 to 1963. Foreign Agricultural Report No. 27. United States Government Printing Office, Washington, D.C., E.U.A.

Estados Unidos, Department of Agriculture, Soil Survey Staff. 1960. Soil Classification, a Comprehensive System - 7th Approximation. United States Government Printing Office, Washington, D.C., E.U.A.

Estados Unidos, Department of State. 1978. Proceedings of 1978. U.S. Strategy Conference on Tropical Deforestation. United States Government Printing Office, Washington, D.C., E.U.A.

Estados Unidos, National Academy of Sciences (NAS). 1979. Carbon Dioxide and Climate: a Scientific Assessment. NAS Press, Washington, D.C., E.U.A.

Estados Unidos, National Academy of Sciences (NAS). 1982a. Carbon Dioxide and Climate: a Second Assessment. NAS Press, Washington, D.C., E.U.A.

Estados Unidos, National Academy of Sciences (NAS). 1982b. Causes and Effects of Stratospheric Ozone Reduction: an Update. NAS Press, Washington, D.C., E.U.A.

Fautereau, E. de 1952. Etudes d'Ecologie Humaine dans l'Aire Amazonienne. Fontenay-LeComte, Vendée, França.

Faechem, R. 1973. A clarification of carrying capacity formulae. Australian Geographical Studies 11: 234-236.

Falesi, I.C. 1967. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. p. 151-168 In: H. Lent (compilador) Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica. Vol. 1. Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), Rio de Janeiro.

Falesi, I.C. 1972a. Solos da Rodovia Transamazônica. Boletim Técnico No. 55. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN) Belém, Pará.

Falesi, I.C. 1972b. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. Parte I. p. 17-67 In: Zoneamento Agrícola da Amazônia (1a. Aproximação). Boletim Técnico No. 54, Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN), Belém, Pará.

Falesi, I.C. 1974a. Soils of the Brazilian Amazon. p. 201-229 In: C. Wagley (compilador) Man in the Amazon. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.

Falesi, I.C. 1974b. O solo na Amazônia e sua relação com a definição de sistemas de produção agrícola. p. 2.1-2.11 In: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA) Reunião do Grupo Interdisciplinar de Trabalho sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para a Amazônia (Trópico Úmido), Brasília, Maio 6-10, 1974. Vol. 1. EMBRAPA, Brasília.

Falesi, I.C. 1976. Ecossistema de Pastagem Cultivada na Amazônia Brasileira. Boletim Técnico No. 1. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), Belém, Pará.

Falesi, I.C. & Rodrigues, T.E. 1970. As terras roxas na Amazônia Brasileira. Caderno de Ciências da Terra 6: 1-19.

Farnworth, E.G. & Golley, F.B. (compiladores) 1974. Fragile Ecosystems: Evaluation of Research and Applications in the Neotropics. Springer-Verlag, New York, E.U.A.

Fearnside, P.M. 1972. An estimate of carrying capacity of the Osa Penninsula for human populations supported on a shifting agriculture technology. p. 486-529 In: Organization for Tropical Studies (OTS), Report of Research Activities Undertaken during the Summer of 1972. OTS, San José, Costa Rica.

Fearnside, P.M. 1974. Preliminary models for estimation of carrying capacity for human populations in a colonization area of the Transamazon Highway, Brasil. (Mimeografado)

Fearnside, P.M. 1978. Estimation of Carrying Capacity for Human Populations in a part of the Transamazon Highway Colonization Area of Brazil. (Dissertação de Ph.D. em ciências biológicas, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan). University Microfilms International, Ann Arbor, Michigan, E.U.A.

Fearnside, P.M. 1979a. Previsão de produção bovina na Transamazônica do Brasil. Acta Amazonica 9(4): 689-700.

Fearnside, P.M. 1979b. O desenvolvimento da floresta Amazônica: problemas prioritários para a formulação de diretrizes. Acta Amazonica 9(4) suplemento: 123-129.

Fearnside, P.M. 1979c. O processo de desertificação e os riscos de sua ocorrência no Brasil. Acta Amazonica 9: 393-400.

Fearnside, P.M. 1979d. O agro-ecossistema dos colonos da Transamazônica: simulação de produções de milho. Ciência e Cultura 31(7) suplemento: 414 (resumo).

Fearnside, P.M. 1979e. A Simulação da Capacidade de Suporte para Populações Humanas nos Trópicos Úmidos: Programa de

Computador e Documentação. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

Fearnside, P.M. 1979f. Cattle yield prediction for the Transamazon Highway of Brazil. Interciencia 4(4): 220-225.

Fearnside, P.M. 1979g. The development of the Amazon rain forest: Priority problems for the formulation of guidelines. Interciencia 4(6): 338-343.

Fearnside, P.M. 1980a. Black pepper yield prediction for the Transamazon Highway of Brazil. Turrialba 30(1): 35-42.

Fearnside, P.M. 1980b. Os efeitos das pastagens sobre a fertilidade do solo na Amazônia Brasileira: conseqqu"ências para a sustentabilidade de produção bovina. Acta Amazonica 10(1): 119-132.

Fearnside, P.M. 1980c. A previsão de perdas através de erosão do solo sob vários usos de terra na área de colonização da Rodovia Transamazônica. Acta Amazonica 10(3): 505-511.

Fearnside, P.M. 1980d. Land use allocation of the Transamazon Highway colonists of Brazil and its relation to human carrying capacity. p. 114-138 In: F. Barbira-Scazzocchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Inglaterra.

Fearnside, P.M. 1980e. The prediction of soil erosion losses under various land uses in the Transamazon Highway Colonization Area of Brazil. p. 1287-1295 In: J.I. Furtado (compilador) Tropical Ecology and Development: Proceedings of the 5th International Symposium of Tropical Ecology, 16-21 April 1979, Kuala Lumpur, Malaysia. International Society for Tropical Ecology-ISTE, Kuala Lumpur.

Fearnside, P.M. 1980f. The effects of cattle pastures on soil fertility in the Brazilian Amazon: Consequences for beef production sustainability. Tropical Ecology 21(2): 125-137.

Fearnside, P.M. l982a. Desmatamento na Amazônia Brasileira: Com que intensidade vem ocorrendo? Acta Amazonica 12(3): 579-590.

Fearnside, P.M. 1982b. Alocação do uso da terra dos colonos da rodovia Transamazônica e sua relação a capacidade de suporte humano. Acta Amazonica 12(3): 549-578.

Fearnside, P.M. 1982c. Deforestation in the Brazilian Amazon: How fast is it occurring? Interciencia 7(2): 82-88.

Fearnside, P.M. 1983a. Land use trends in the Brazilian Amazon region as factors in accelerating deforestation. Environmental Conservation 10(2): 141-148.

Fearnside, P.M. 1983b. Stochastic modeling in human carrying capacity estimation: a tool for development planning in Amazônia. p. 279-295 In: E.F. Moran (compilador) The Dilemma of Amazonian Development. Westview Press, Boulder, Colorado, E.U.A.

Fearnside, P.M. 1983c. Development alternatives in the Brazilian Amazon: An ecological evaluation. Interciencia 8(2): 65-78.

Fearnside, P.M. 1984a. A floresta vai acabar? Ciência Hoje 2(10): 42-52.

Fearnside, P.M. 1984b. Initial soil quality conditions on the Transamazon Highway of Brazil and their simulation in models for estimating human carrying capacity. Tropical Ecology 25(1): 1-21.

Fearnside, P.M. 1984c. Simulation of meteorological parameters for estimating human carrying capacity in Brazil's Transamazon Highway colonization area. Tropical Ecology 25(1): 134-142.

Fearnside, P.M. 1984d. Previsão de produções de cacau na rodovia Transamazônica. Ciência e Cultura 36(7) suplemento: 6 (resumo)

Fearnside, P.M. 1984e. Land clearing behaviour in small farmer settlement schemes in the Brazilian Amazon and its relation to human carrying capacity. p. 255-271 In: A.C. Chadwick & S.L. Sutton (compiladores) Tropical Rain Forest: The Leeds Symposium. Leeds Philosophical and Literary Society, Leeds, Inglaterra.

Fearnside, P.M. 1984f. Brazil's Amazon settlement schemes: conflicting objectives and human carrying capacity. Habitat International 8(1): 45-61.

Fearnside, P.M. 1984g. Reserva de pesquisa ecológica para a floresta Amazônica criada em Ouro Preto do Oeste - Rondônia. Acta Amazonica 14(3-4): 527-528.

Fearnside, P.M. 1985a. Deforestation and decision-making in the development of Brazilian Amazonia. Interciencia 10(5): 243-247.

Fearnside, P.M. 1985b. Agriculture in Amazonia. p. 393-418 In: G.T. Prance & T.E. Lovejoy (compiladores) Key Environments: Amazonia. Pergamon Press, Oxford, Inglaterra.

Fearnside, P.M. 1985c. Environmental change and deforestation in the Brazilian Amazon. p. 70-89 In: J. Hemming (compilador) Change in the Amazon Basin: Man's Impact on Forests and Rivers. Manchester University Press,

Manchester, Inglaterra.

Fearnside, P.M. 1985d. Brazil's Amazon forest and the global carbon problem. Interciencia 10(4): 179-186.

Fearnside, P.M. 1985e. A stochastic model for estimating human carrying capacity in Brazil's Transamazon Highway colonization area. Human Ecology 13(3): 331-369.

Fearnside, P.M. 1986a. Human Carrying Capacity of the Brazilian Rainforest. Columbia University Press, New York, E.U.A.

Fearnside, P.M. 1986b. Spatial concentration of deforestation in the Brazilian Amazon. Ambio 15(2): 72-79.

Fearnside, P.M. 1986c. Settlement in Rondônia and the token role of science and technology in Brazil's Amazonian development planning. Interciencia 11(5): 229-236.

Fearnside, P.M. 1986d. Os planos agrícolas: Desenvolvimento para quem e por quanto tempo? p. 362-418 In: J.M.G. de Almeida Jr. (compilador) Carajás: Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento. Editora Brasiliense, São Paulo.

Fearnside, P.M. 1986e. Brazil's Amazon forest and the global carbon problem: Reply to Lugo & Brown. Interciencia 11(2): 58-64.

Fearnside, P.M. 1986f. Predição da Qualidade da Queimada para Simulação do Agro-Ecossistema dos Colonos da Transamazônica para Estimativas de Capacidade de Suporte Humano. Ciência e Cultura 38(11): 1804-1811.

Fearnside, P.M. 1986g. Modelagem estocástica na estimativa da capacidade de suporte humano: Um instrumento para o planejamento de desenvolvimento na Amazônia. Ciência e Cultura 38(8): 1354-1365.

Fearnside, P.M. 1986h. Alternativas de desenvolvimento na Amazônia brasileira: Uma avaliação ecológica. Ciência e Cultura 38(1): 37-59.

Fearnside, P.M. 1987a. Causes of deforestation in the Brazilian Amazon. p. 37-53 In: R.F. Dickinson (compilador) Geophysiology of Amazonia: Vegetation and Climate Interactions. John Wiley & Sons, New York, E.U.A.

Fearnside, P.M. 1987b. Jari aos dezoito anos: Lições para os planos silviculturais em Carajás. p. 291-311 In: G. Kohlhepp & A. Schrader (compiladores) Homem e Natureza na Amazônia. Tübinger Geographische Studien 95 (Tübinger Beitra"ge zur Geographischen Lateinamerika-Forschung 3). Geographisches Institut, Universität Tübingen, Tübingen, República Federal de Alemanha.

Fearnside, P.M. 1987c. Summary of progress in quantifying the potential contribution of Amazonian deforestation to the global carbon problem. p. 75-82 In: D. Athié, T.E. Lovejoy & P. de M. Oyens (compiladores) Workshop on Biogeochemistry of Tropical Rain Forests: Problems for Research: Proceedings. Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Piracicaba, São Paulo.

Fearnside, P.M. 1987d. Rethinking continuous cultivation in Amazonia. BioScience 37(3): 209-214.

Fearnside, P.M. 1988. Jari at age 19: Lessons for Brazil's silvicultural plans at Carajás. Interciencia 13(1): 12-24; 13(2): 95.

Fearnside, P.M. s/d-a. Pacote de Manejo de dados para Estimativa de Capacidade de Suporte nos Trópicos Úmidos. (Em preparação).

Fearnside, P.M. s/d-b. Manejo florestal na Amazônia: Necessidade de novos critérios na avaliação de opções de desenvolvimento. Pará Desenvolvimento 25: 49-59. (1989).

Fearnside, P.M. s/d-c. Um modelo estocástico para a estimativa da capacidade de suporte humano em parte da área de colonização da rodovia Transamazônica. Cadernos de Geociências 3: 7-36. (1989).

Fearnside, P.M. s/d-d. Burn quality prediction for simulation of the agricultural system of Brazil's Transamazon Highway colonists. Turrialba 39(2): 229-235. (1989).

Fearnside, P.M. & Ferreira, G. de L. 1985. Rondônia: a farsa das reservas. Ciência Hoje 3(17): 90-92.

Fearnside, P.M. & Rankin, J.M. 1979. Avaliação da Jari Florestal e Agropecuária, Ltda. como modelo para desenvolvimento na Amazônia. Acta Amazonica 9(3): 609-615.

Fearnside, P.M. & Rankin, J.M. 1980. Jari and development in the Brazilian Amazon. Interciencia 5(3): 146-156.

Fearnside, P.M. & Rankin, J.M. 1982. Jari e Carajás: O futuro incerto das grandes plantações de silvicultura na Amazônia. Interciencia 7(6): 326-328.

Fearnside, P.M. & Rankin, J.M. 1984. O novo Jari: Riscos e Perspectivas de um desenvolvimento maciço amazônico. Ciência e Cultura 36(7): 1140--156.

Fearnside, P.M. & Rankin, J.M. 1985. Jari revisited: changes and the outlook for sustainability in Amazonia's largest silvicultural estate. Interciencia 10(3): 121-129.

Fearnside, P.M. & Salati, E. 1985. Rondônia: Sem florestas na

próxima década? Ciência Hoje 4(19): 92-94.

Fife, D. 1971. Killing the goose. Environment 13(3): 20-27.

Fisher, R.A. 1958. The Genetical Theory of Natural Selection. Dover, New York, E.U.A.

Fittkau, E.J., & Klinge, H. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. Biotropica 5: 2-14.

Flegg, A.T. 1979. The role of inequality of income in the determination of birth rates. Population Studies 33: 457-477.

Fleming-Moran, M. & Moran, E.F. 1978. O surgimento de classes sociais numa communidade planejada para ser igualitária. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Nova Série (Antropologia) No. 69.

Flohn, H., 1974. Climatic variation and modification of climate: facts and problems. Applied Sciences and Development 8: 96-105.

Fonsêca, R., Dias, A.C., Pinho, A., Pires, E., Miranda, E., Cabola, P. & Santana, C. 1969. Correlações dos teores de fósforo nos solos com respostas de microparcelas de milho na zona cacaueira da Bahia. p. 487-497 In: L.C. Cruz (compilador) Memórias da Segunda Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau, 19-26 de novembro de 1967, Salvador e Itabuna, Bahia, Brasil. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Itabuna, Bahia.

Forrester, J.W. 1970. Principles of Systems. Wright-Allen Press, Cambridge, Massachusetts, E.U.A.

Forrester, J.W. 1971. World Dynamics. Wright-Allen Press, Cambridge, Massachusetts, E.U.A.

Found, W.C. 1971. A Theoretical Approach to Rural Land Use Patterns. Edward Arnold, London, Reino Unido.

Fox, D.J. & Guire, K.E. 1976. Documentation for MIDAS. 3rd. ed., September 1976. University of Michigan, Statistical Research Laboratory, Ann Arbor, Michigan, E.U.A.

Fox, D.L., Kamens, R. & Jeffries, H.E. 1975. Stratospheric nitric oxide: Measurements during daytime and sunset. Science 188: 1111-1113.

Frank, P.W. 1957. Coactions in laboratory populations of two species of Daphnia. Ecology 38: 510-519.

Freeman, J.D. 1955. Iban Agriculture, a Report on the Shifting Cultivation of Hill Rice by the Iban of Sarawak. Vol. 18. Colonial Research Studies, London, Reino Unido.

Freise, F.W. 1934. Beobachtungen Über den Verbleib von Niederschlägen im Urwald und der Einfluss von Valdbestand auf den Wasserlhaushalt der Umgebung. Forstwissentschaftliches Centralblaat 56: 231-245.

Freise, F.W. 1939. Untersuchungen Über die Folgen der Brandwirtschaft aus tropischen Boden. Tropenpflanzer 42: 1-22.

Frota Neto. 1978. Plano: vender a floresta Amazônica. O Folha de São Paulo. 3 de dezembro 1978, Cad. 1, p. 1-2.

Glassow, M.A. 1978. The concept of carrying capacity in the study of culture processes. p. 31-48 In: M.B. Schiffer (compilador) Advances in Archaeological Method and Theory. Vol. 1. Academic Press, New York, E.U.A.

Gómez-Pompa, A., Vásquez-Yanes, C. & Gueriara, S. 1972. The tropical rain forest: a non-renewable resource. Science 177: 762-765.

Gonçalves, J.R.C. 1970. Recentes pesquisas sôbre doenças da seringueira. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN) Série: Fitotecnia 1(4): 1-52.

Goodland, R.J.A. 1980a. Environmental ranking of Amazonian development projects. p. 1-20 In: F. Barbira-Scazzocchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Reino Unido.

Goodland, R.J.A. 1980b. Environmental ranking of Amazonian development projects in Brazil. Environmental Conservation 7: 9-26.

Goodland, R.J.A. & Irwin, H.S. 1975a. Amazon Jungle: Green Hell to Red Desert? an Ecological Discussion of the Environmental Impact of the Highway Construction Program in the Amazon Basin. Elsevier, New York, E.U.A.

Goodland, R.J.A. & Irwin, H.S. 1975b. A Selva Amazônica: do Inferno Verde ao Deserto Vermelho? Tradução de R.R. Jungueira; revisão técnica, prefácio e notas de M.G. Ferri. Editora Itatiaia/Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Goodland, R.J.A. & Irwin, H.S. 1977. Amazonian forest and cerrado: development and environmental conservation. p. 214-233 In: G.T. Prance & T.S. Elias (compiladores) Extinction is Forever. New York Botanical Garden, Bronx, New York, E.U.A.

Goodland, R.J.A., Irwin, H.S. & Tillman, G. 1978. Ecological development for Amazonia. Ciência e Cultura 30: 275-289.

Goreau, T.J. 1981. Biogeochemistry of Nitrous Oxide. Dissertação de Ph.D. em ciências geológicas, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, E.U.A.

Goreau, T.J., Kaplan, W.A., Wofsy, S.C., McElroy, M.B., Valois, F.W. & Watson, S.W. 1980. Production of NO_2 and N_2O by nitrifying bacteria at reduced concentrations of oxygen. Applied Environmental Microbiology 40: 526-532.

Goulding, M. 1980. The Fishes and the Forest. University of California Press, Berkeley, California, E.U.A.

Gourou, P. 1966. The Tropical World: Its Social and Economic Conditions and its Future Status. 4th ed. Longman, New York, E.U.A.

Gourou, P. 1971. Leçons de Geografie Tropicale. Leçons Données a le College de France de 1947 a 1970. Mouton, Paris, França.

Grainger, A. 1980. The state of the world's tropical forests. The Ecologist 10(1): 6--5.

Graner, E.A., Orsi, E.W.L., Toledo, F.F., Godong, O.P., Abrahão, J.J.M. & Costa, J.D. 1972. Plantas Alimenticias: Arroz, Feijão. Departamento de Agricultura e Horticultura, Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz," Piracicaba, São Paulo.

Greenland, D.J. & Herrera, R. 1978. Patterns of use of tropical forest ecosystems. 4: Shifting cultivation and other agricultural practices. In: F. Dicastri & A. Sasson (compiladores) State of Knowledge Report on Tropical and Subtropical Forest Ecosystems. UNESCO, Paris, França.

Greenland, D.J. & Nye, P.H. 1959. Increases in the carbon and nitrogen contents of tropical soils under natural fallows. Journal of Soil Science 10: 284-299.

Grobecker, A.J., Coroniti, S.C. & Cannon, R.H., Jr. 1974. The Effects of Stratospheric Pollution by Aircraft. Report of Findings. Executive Summary. National Technical Information Service, Springfield, Virginia, E.U.A.

Gross, D.R. 1975. Protein capture and cultural development in the Amazon Basin. American Anthropologist 77: 526-549.

Gross, D.R. & Underwood, B.A. 1971. Technological change and caloric costs: sisal agriculture in northeastern Brazil. American Anthropologist 73: 725-740.

Guillemin, R. 1956. Evolution de l'agriculture autochthone dans les savannes de l'Oubangui. Agronomie Tropicale 11(1): 39-61; 11(2): 143-176; 11(3): 279-309.

Guimarães, G. de A., Bastos, J.B. & Lopes, E. de C. 1970.

Métodos de análise física, química e instrumental de solos. Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte (IPEAN) Série: Química de Solos 1(1): 1-108.

Hairston, N.G., Allen, J.D., Colwell, R.K., Futuyma, D.J., Howell, J., Mathias, J.D. & Vandermeer, J.H. 1969. The relationship between species diversity and stability: an experimental approach with protozoa and bacteria. Ecology 49: 1091-1101.

Hammond, A.L. 1977a. Remote sensing (I): Landsat takes hold in South America. Science 196: 511-512.

Hammond, A.L. 1977b. Remote sensing (II): Brazil explores its Amazon wilderness. Science 196: 513-515.

Hanbury-Tenison, R. 1973. A Question of Survival for the Indians of Brazil. Angus & Robertson. London, Reino Unido.

Hardesty, D.L. 1977. Ecological Anthropology. John Wiley & Sons, New York, E.U.A.

Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. Science 162: 1243-1248.

Hardy, F. 1961. Manual de cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrárias (IICA). Turrialba, Costa Rica.

Harris, D.R. 1971. The ecology of swidden cultivation in the upper Orinoco rainforest, Venezuela. Geographical Review 61: 475-495.

Hayden, B. 1975. The carrying capacity dilemma: an alternative approach. p. 11-21 In: A.C. Swedlund (compilador) Population Studies in Archaeology and Biological Anthropology: a Symposium. Society for American Archaeology Memoir 30. Washington, D.C., E.U.A.

Hecht, S.B. 1981. Deforestation in the Amazon basin: practice, theory and soil resource effects. Studies in Third World Societies 13: 61-108.

Hecht, S.B. 1982. Agroforestry in the Amazon basin: practice, theory and limits of a promising land use. p. 331-371 In: S.B. Hecht (compiladora) Amazonia: Agriculture and Land Use Research. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colômbia.

Hecht, S.B. 1983. Cattle ranching in the eastern Amazon: environmental and social implications. p. 155-188 In: E.F. Moran (compilador) The Dilemma of Amazonian Development. Westview Press. Boulder, Colorado, E.U.A.

Herrera, R., Jordan, C.F., Klinge, H. & Medina, E. 1978. Amazon ecosystems: their structure and functioning with

particular emphasis on nutrients. Interciencia 3: 223-232.

Hirano, C. 1974. Projeto Ririí: estado dos solos da área. (Relatório não publicado) Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Brasília.

Homma, A.K.O. 1976. Programação das Atividades Agropecuárias, sob Condições de Risco, nos Lotes do Núcleo de Colonização de Altamira. Tese de mestrado em economia agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

Homma, A.K.O. & Miranda Filho, L. 1979. Análise da Estrutura da produção de Pimenta-do-Reino no Estado do Pará - 1977/78. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Comunicado Técnico No. 20. Belém, Pará.

Homma, A.K.O., Viégas, R.M.F., Graham, J., Lemos, J. de J.S. & Mendes Lopes, J.C. dos 1978. Identificação de Sistemas de Produção nos Lotes do Núcleo de Colonização de Altamira, Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Úmido (EMBRAPA-CPATU), Comunicado Técnico No. 4. Belém, Pará.

Houghton, R.A., Hobbie, J.E., Melillo, J.M., Moore, B., Peterson, B.J., Shaver, G.R. & Woodwell, G.M. 1983. Changes in the carbon content of terrestrial biota and soils between 1860 and 1980: a net release of CO_2 to the atmosphere. Ecological Monographs 53(3): 235-262.

Hubbell, S.P. 1973. Populations and simple food webs as energy filters. I. one-species systems. American Naturalist 107: 94-121.

Hunter, J.M. 1966. Ascertaining population carrying capacity under traditional agriculture in developing countries: note on a method employed in Ghana. Professional Geographer 18: 151-154.

Ianni, O. 1979a. Colonização e Contra-Reforma Agrária na Amazônia. Petrópolis, Editora Vozes, Rio de Janeiro.

Idso, S.B. 1980a. The climatological significance of a doubling of earth's atmospheric carbon dioxide concentration. Science 207: 1462-1463.

Idso, S.B. 1980b. Carbon dioxide and climate. Science 210: 7-8.

Instituto Interamericano de Ciências Agrárias, Programa Cooperativa para el Trópico Americano (IICA-TROPICOS). 1972. Bibliografia sobre Colonización en América Latina. IICA-TROPICOS, Turrialba, Costa Rica.

International Bank for Reconstruction and Development (IBRD). 1981. Brazil: Integrated Development of the Northwest Frontier. The World Bank (IBRD), Washington, D.C., E.U.A.

Irion, G. 1978. Soil infertility in the Amazonian rain forest. Naturwissenschaften 65: 515-519.

Jacobs, M. 1980. Significance of the tropical rain forest on 12 points. BioIndonesia 7: 75-94.

Janzen, D.H. 1970a. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. American Naturalist 104: 501-528.

Janzen, D.H. 1970b. The unexploited tropics. Ecological Society of America Bulletin 51: 4-7.

Janzen, D.H. 1972a. Whither tropical ecology? p. 281-296 In: J.A. Behnke (compilador) Challenging Biological Problems. Oxford University Press, New York, E.U.A.

Janzen, D.H. 1972b. The uncertain future of the tropics. Natural History 81: 80-90.

Janzen, D.H. 1972c. Interfield and interplant spacing in tropical insect control. p. 1-6 In: Proceedings of the Annual Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management, February 24-25, 1972.

Janzen, D.H. 1973a. Tropical agroecosystems: habitats misunderstood by the temperate zones, mismanaged by the tropics. Science 182: 1212-1219.

Janzen, D.H. 1973b. Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day, and insularity. Ecology 54: 687-708.

Janzen, D.H. 1974. The deflowering of Central America. Natural History 83: 48-53.

Janzen, D.H. 1976. Why bamboos wait so long to flower. Annual Review of Ecology and Systematics 7: 347-391.

Jones, G.W. 1979. Indonesia: the transmigration programme and development planning. p. 212-221 In: R.J. Pryor (compilador) Migration and Development in South-East Asia: a Demographic Perspective. Oxford University Press, Kuala Lumpur, Malásia.

Jordan, C.F., Todd, R.L. & Escalante, E. 1979. Nitrogen conservation in a tropical rainforest. Oecologia 39: 123-128.

Junqueira, C. s/d. (1983). Cinta Larga. p. 55-58 In: D. Maybury-Lewis (compilador) In the Path of POLONOROESTE: Endangered Peoples of Western Brazil. Cultural Survival, Cambridge, Massachusetts, E.U.A.

Katzman, M.T. 1976. Paradoxes of Amazonian development in a "resource-starved" world. Journal of Developing Areas

10(4): 445-460.

Kerr, R.A. 1982. CO_2-climate models defended. Science 217: 620.

Kerr, R.A. 1983. Carbon dioxide and a changing climate. Science 222: 491.

Kingsland, S. 1982. The refractory model: the logistic curve and the history of population ecology. Quarterly Review of Biology 57: 29-52.

Kleinpenning, J.M.G. 1975. The Integration and Colonization of the Brazilian Portion of the Amazon Basin. Institute of Geography and Planning, Nijmegen, Paises Baixos.

Kleinpenning, J.M.G. 1979. An Evaluation of the Brazilian Policy for the Integration of the Amazon Basin (1964-1975). Vakroep Sociale Geografie van de Ontwikkelinsgslanden, Geografisch en Planologisch Instituut Publikatie 9, Nijmegen, Paises Baixos.

Kohlhepp, G. 1980. Analysis of state and private regional development projects in the Brazilian Amazon basin. Applied Geography and Development 16: 53-79.

Koster, H.W., Khan, E.J.A. & Bosshart, R.P. 1977. Programa e Resultados Preliminares dos Estudos de Pastagens na Região de Paragominas, Pará, e nordeste de Mato Grosso junho 1975-dezembro 1976. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), Convênio SUDAM/Instituto de Pesquisas IRI, Belém, Pará.

Krebs, C.J. 1972. Ecology: the Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper & Row, New York, E.U.A.

Lanly, J.P. & Gillis, M. 1980. Provisional Results of the FAO/UNEP Tropical Forest Resources Assessment Project, Tropical America. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Itália.

Lathrap, D. 1968. The 'hunting' economies of the tropical forest zone of South America. In: R. Lee & I. de Vore (compiladores) Man the Hunter. Aldine, Chicago, Illinois, E.U.A.

Leopoldo, P.R., Franken, W. & Salati, E. 1982. Balanço hídrico de pequena bacia hidrográfica em floresta amazônica de terra firme. Acta Amazonica 12(2): 333-337.

Leovy, C.B. 1980. Carbon dioxide and climate. Science 210: 7.

Levins, R. 1969. The effect of random variations of different types on population growth. Proceedings of the National Academy of Sciences 62: 1061-1065.

Lewontin, R.C. 1970. The units of selection. Annual Review of

Ecology and Systematics 1: 1-18.

Lian, M.S. & Cess, R.D. 1977. Energy balance climate models: a reappraisal of ice-albedo feedback. Journal of the Atmospheric Sciences 34: 1058-1062.

Lima, A. da S. 1973. La Mise en Valeur des Terres Nouvelle. le Cas de l'Amazonie Bresilienne. Thése de 3e. cycle. Paris: Université de Paris I, Panthéon, Sorbonne, Paris. Ministe`re de l'Education Nationale, École Pratique des Hautes Etudes VI Section-Sciences Economiques et Sociales, Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Dévéloppement, Travaux et Études No.1, Paris, França.

List, R.J. 1958. Smithsonian Meteorological Tables. Smithsonian Institution, Washington, D.C., E.U.A.

Lloyd, W.F. 1967 (1833). Freios à população. p. 31-35 In: G. Hardin (compilador) População, Evolução e Controle de Natalidade. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Lovejoy, T.E. 1973. The Transamazonica: Highway to extinction? Frontiers 1973 (Spring): 25-30.

Lovejoy, T.E., Bierregaard, R.O., Rankin, J.M. & Schubart, H.O.R. 1983. Ecological dynamics of tropical forest fragments. In: S.L. Sutton, T.C. Whitmore & A.C. Chadwick (compiladores) Tropical Rain Forest: Ecology and Management. Blackwell Scientific Publications, Oxford, Reino Unido.

Mahar, D.J. 1979. Frontier Development Policy in Brazil: A Study of Amazonia. Praeger, New York, E.U.A.

Malingreau, J. P. 1986. Desmatamento em Rondônia: Deteção através de AVHRR. Seminário apresentado na Secretaria de Agricultura, Porto Velho, Rondônia, 26 de agosto de 1986.

Malthus, T.R. 1965 (1798). An essay on the principle of population as it affects the future improvement of society. p. 62-63 In: E.J. Kormondy (compilador) Readings in Ecology. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, E.U.A.

Malthus, T.R. 1960 (1830). A summary view of the principle of population. p. 13-59 In: T.R. Malthus, J. Huxley & F. Osborn Three Essays on Population. Mentor, New York, E.U.A.

Manabe, S. & Stouffer, R.J. 1979. A CO_2-climate sensitivity study with a mathematical model of global climate. Nature 282: 491-493.

Manabe, S. & Wetherald, R.T. 1967. Thermal equilibrium of the atmosphere with a given distribution of relative humidity.

Journal of the Atmospheric Sciences 24: 241-259.

Manabe, S. & Wetherald, R.T. 1975. The effects of doubling the CO_2 concentration on the climate of a general circulation model. Journal of the Atmospheric Sciences 32: 3-15.

Mankin, J.B., O'Neill, R.V., Shugart, H.H. & Rust, B.W. 1977. The importance of validation in ecosystem analysis. p. 63-71 In: G.S. Innis (compilador) New Directions in the Analysis of Ecological Systems, Part 1. Simulation Councils Proceedings Series, Vol. 5. The Society for Computer Simulation, La Jolla, California, E.U.A.

Margalef, R. 1968. Perspectives in Ecological Theory. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, E.U.A.

Marques, J., Santos, J.M. dos, Villa Nova, N.A. & Salati, E. 1977. Precipitable water and water vapor flux between Belém and Manaus. Acta Amazonica 7(3): 355-362.

Marshall, E. 1981. By flood, if not by fire, CEQ says. Science 211: 463.

Martine, G. 1979. Colonization in Rondônia and the reproduction of conditions prevailing in older areas. Trabalho apresentado no "Informal Workshop on Migration Policies", Dezembro 1979. UNDP/Human Resources Planning Project BRA/70/55, Geneva, Suiça.

Martine, G. 1980. Recent colonization experiences in Brazil: expectations versus reality. p. 80-94 In: F. Barbira-Scazzocchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Reino Unido.

Martins, J. de S. 1980. Fighting for land: Indians and posseiros in Legal Amazonia. p. 95-105 In: F. Barbira-Scazzocchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Reino Unido.

Mata, M. da, Carvalho, E.W.R. de & Silva, M.T.I.I. de C. 1973. Migrações Internas no Brasil, Aspectos Econômicos e Demográficos. Instituto de Planejamento Econômico e Social (IPEA)/Instituto de Pesquisas (INPES) Relatório de Pesquisa No. 19. IPEA/INPES, Rio de Janeiro.

Maugh, T.H. III. 1982. New link between ozone and cancer. Science 216: 396-397.

May, R.M. 1973. Stability and Complexity in Model Ecosystems. Monographs in Population Biology. No. 4. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, E.U.A.

McArthur, M. 1977. Nutritional research in Melanesia: a second look at the Tsembaga. p. 91-128 In: T.P. Bayliss-Smith & R.G. Feachem (compiladores) Subsistence and Survival: Rural Ecology in the Pacific. Academic Press, New York, E.U.A.

McCabe, J.L. & Rosenzweig, M.R. 1976. Female employment creation and family size. p. 322-355 In: R.G. Ridker (compilador) Population and Development: the Search for Selective Interventions. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, E.U.A.

McElroy, M.B., Elkins, J.W., Wofsy, S.C. & Yung, Y.L. 1976. Sources and sinks for atmospheric N_2O. Review of Geophysics and Space Research 14: 143.

McGregor, D.F.M. 1980. An investigation of soil erosion in the Colombian rainforest zone. Catena 7(4): 265-273.

McKenzie 1974 [cited in table 1-3 on Curuá-Una reserve area].

McIntyre, L. 1980. Jari: a massive technology transplant takes root in the Amazon jungle. National Geographic 157(5): 693-711.

Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. & Behrens, W.W. III. 1972. The Limits to Growth. New American Library, New York, E.U.A.

Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. & Behrens, W.W. III. 1973. A response to Sussex. p. 217-240 In: H.S.D. Cole, C. Freeman, C. Jahoda & K.L.R. Pavitt (compiladores) Models of Doom: a Critique of the Limits to Growth. Universe Books, New York, E.U.A.

Meadows, D.L., Behrens, W.W., III, Meadows, D.H., Naile, R.F., Randers, J. & Zahn, E.K.O. 1973. The Dynamics of Growth in a Finite World. Wright-Allen Press, Cambridge, Massachusetts, E.U.A.

Meggers, B.J. 1971. Amazonia: Man and Culture in a Counterfeit Paradise. Aldine, Chicago, E.U.A.

Mercer, J.H. 1978. West Antarctic ice sheet and CO_2 greenhouse effect: a threat of disaster. Nature 271: 321-325.

Mesarovic, M. & Pestle, E. 1974a. Mankind at the Turning Point. the Second Report to the Club of Rome. Dutton and Reader's Digest Press, New York, E.U.A.

Mesarovic, M. & Pestle, E., (compiladores) 1974b. Multilevel Computer Models of World Development System. Abril 29 - Maio 3, 1974, Summary of Proceedings. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria.

Mesarovic, M., Richardson, J.M., Jr. & Warshaw, M. 1974. The integrated food policy analysis model: structural description and sensitivity analysis. p. B525-B626 In: Proceedings of the Seminar on the Regionalized Multi-Level World Model at the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria. Abril 29-Maio 3, 1974. IIASA, Laxenburg, Austria.

Mesquita, M.G.G.C. & Egler, E.G. 1979. Povoamento. p. 56-79 In: O. Valverde (compilador) A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica, Vol. 1: Introdução, Sudoeste Amazônico, Rondônia e Regiões Vizinhas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.

Modesto, R.G. 1981. A Contribuição do INCRA do Processo de Ocupação do Território de Rondônia. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, Coordenaria Especial do Território de Rondônia (INCRA-CETR), Porto Velho, Rondônia.

Molion, L.C.B. 1975. A Climatonomic Study of the Energy and Moisture Fluxes of the Amazonas Basin with Considerations of Deforestation Effects. Dissertação de Ph.D. em climatologia, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, E.U.A.

Morais, F.; Gontiao, R. & Abueria Campos, R. de 1970. Transamazônica. Editôra Brasiliense, São Paulo.

Morais, V.H.F. 1974a. A ecologia em relação com a definição de sistemas de produção agrícola para a Amazônia. p. 1.1-1.15 In: Reunião do Grupo Interdisciplinar de Trabalho sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para a Amazônia (Trópico Úmido), Brasília, Maio 6--0, 1974. Vol. 1. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasília.

Morais, V.H.F. 1974b. Fatores condicionantes e perspectivas atuais de desenvolvimento de cultivos perenes na Amazônia brasileira. p. 7.1-7.37 In: Reunião do Grupo Interdisciplinar de Trabalho sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para a Amazônia (Trópico Úmido), Brasília, Maio 6-10, 1974. Vol. 2. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasília.

Morais, V.H.F. 1979. Cultura da seringueira na Amazônia. Trabalho apresentado no Simpósio sobre Amazônia e seu Uso Agrícola, 31a. Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 11-19 de julho de 1979. Fortaleza, Ceará (Resumo) (Mimeografado)

Moran, E.F. 1974. The adaptive system of the Amazonian caboclo. p. 136-159 In: C. Wagley (compilador) Man in the Amazon. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.

Moran, E.F. 1975. Pioneer Farmers of the Transamazon Highway: Adaptation and Agricultural Production in the Lowland Tropics. Dissertação de Ph.D. em antropologia, University of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.

Moran, E.F. 1976. Agricultural Development in the Transamazon Highway. Latin American Studies Working Papers. Indiana University, Bloomington, Indiana, E.U.A.

Moran, E.F. 1979a. The Trans-Amazonica: coping with a new environment. p. 133-159 In: M.L. Margolis & W.E. Carter (compiladores) Brazil: Anthropological Perspectives; Essays in Honor of Charles Wagley. Columbia University Press, New York, E.U.A.

Moran, E.F. 1979b. Criteria for choosing successful homesteaders in Brazil. Research in Economic Anthropology 2: 339-359.

Moran, E.F. 1981. Developing the Amazon. Indiana University Press, Bloomington, Indiana, E.U.A.

Moran, E.F. & Fleming-Moran, M. 1974. Confronto de adaptação em projetos de colonização. p. 18-25 In: Documentos Oriundos de Seminários Técnicos de Apoio. Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA), Belém.

Muchovej, J.J., Albuquerque, F.C. de & Ribeiro, G.T. 1978. Gmelina arborea - new host of Ceratocystis fimbriata. Plant Disease Reporter 62: 717-719.

Mueller, C.C. 1980. Recent frontier expansion in Brazil: the case of Rondônia. p. 141-145 In: F. Barbira-Scazzacchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Inglaterra.

Muller, A.A. 1979. O dendê na Amazônia. Trabalho apresentado no Simpósio sobre Amazônia e seu Uso Agrícola, 31a. Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 11-19 de julho de 1979, Fortaleza, Ceará. (Resumo) (Mimeografado)

Myers, N. 1976. An expanded approach to the problem of disappearing species. Science 193: 198-202.

Myers, N. 1979. The Sinking Ark: a New Look at the Problem of Disappearing Species. Pergamon, New York, E.U.A.

Myers, N. 1980a. Conversion of Tropical Moist Forests. National Academy of Sciences Press, Washington, D.C., E.U.A.

Myers, N. 1980b. The present status and future prospects of tropical moist forests. Environmental Conservation 7(2):

101-114.

Myers, N. 1984. The Primary Source: Tropical Forests and our Future. W.W. Norton, New York, E.U.A.

Nações Unidas, Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO)/United Nations Environmental Programme (UNEP)/United Nations Food and Agricultural Organization (FAO). 1978. Tropical Forest Ecosystems: A State of Knowledge Report. UNESCO, Paris, França.

Nações Unidas, Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO)/United Nations Fund for Population Activities (UNFPA). 1977. Population, Resources and Development in the Eastern Islands of Fiji: Information for Decision-Making. General Report No. 1 of UNESCO/UNFPA Population and Environment Project in the Eastern Islands of Fiji. Man and the Biosphere (MAB) Programme, Project 7: Ecology and Rational Use of Island Ecosystems. UNESCO, Paris, França.

Nações Unidas, Environmental Programme (UNEP). 1980. Overview Document, Experts Meeting on Tropical Forests, Nairobi, 25 February - 1 March, 1980. UNEP/WG.34/4, Nairobi, Quênia.

Nações Unidas, Food and Agriculture Organization (FAO). 1959. Shifting cultivation - FAO's position and course of action. p. 71 In: Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress. Vol. 7. Bangkok, Tailândia.

Nações Unidas, World Health Organization (UN-WHO). 1973. Energy and Protein Requirements. World Health Organization Technical Report Series. No. 552. UN-WHO, Geneva, Suiça.

Nascimento, C.N.B. do & Moura Carvalho, M.O.D. de 1973. Informações de aspectos pecuários do trópico úmido brasileiro. p. III-B-1 – III-B-57 In: Reunión Tecnica de Programación sobre Desarrollo Ganadero de Trópico Húmedo Americano, Guyaquil, Ecuador, Diciembre 10-14, 1973. Informe de Conferencias, Cursos y Reuniones No. 30. Instituto Interamericano de Ciências Agrárias (IICA-Trópicos), Belém, Pará.

National Research Council Committee on Research Priorities in Tropical Biology. 1980. Research Priorities in Tropical Biology. National Academy of Sciences Press, Washington, D.C., E.U.A.

Nelson, M. 1973. The Development of Tropical Lands: Policy Issues in Latin America. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, E.U.A.

Neves, A.M. & Lopes, A.M.T. 1979. Os projetos de colonização. p. 80-120 In: O. Valverde (compilador) A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.

Newell, R.E. & Dopplick, T.G. 1979. Questions concerning the possible influence of anthropogenic CO_2 on atmospheric temperature. Journal of Applied Meteorology 18: 822-825.

Newland, K. 1977. Women and population growth: choice beyond childbearing. Worldwatch Paper No. 16. Worldwatch Institute, Washington, D.C., E.U.A.

Nicholaides III, J.J., Bandy, D.A., Sánchez, P.A., J.H. Villachica, A.J. Coutu & Valverde S., C. 1984. Continuous cropping potential in the Upper Amazon Basin. p. 337-365 In: M. Schmink & C.H. Wood (compiladores) Frontier Expansion in Amazonia. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.

Nietschmann, B.Q. 1971. The study of indigenous food production systems: mere subsistence or merrily subsisting? Revista Geografica 74: 83-99.

Nietschmann, B.Q. 1972. Hunting and fishing focus among the Miskito Indians, Eastern Nicaragua. Human Ecology 1(1): 41-67.

Nietschmann, B.Q. 1974. Between Land and Water. Seminar Press, New York, E.U.A.

Nogueira-Neto, P. & Carvalho, J.C. de M. 1979. A programme of ecological stations for Brazil. Environmental Conservation 6(6): 95-104.

North Carolina State University, Soil Science Department. 1974. Agronomic-Economic Research on Tropical Soils. Annual Report for 1974. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, E.U.A.

A Notícia (Manaus) 22 de julho 1983. "Amazonas ganha nova reserva ecológica". Cad. 1, p. 3.

Nye, P.H. & Greenland, D.J. 1960. The Soil under Shifting Cultivation. Technical Communication No. 51. Commonwealth Agricultural Bureaux of Soils, Harpenden, Reino Unido.

Nye, P.H. & Greenland, D.J. 1964. Changes in the soil after clearing tropical forest. Plant and Soil 21: 101-112.

Ochmen, K.H. & W. Paul. 1974. Population models. Vols. 1 & 2. In: Proceedings of the Seminar on the Regionalized Multi-Level World Model at the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, Abril 29-Maio 3, 1974. IIASA, Laxenburg, Austria.

Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. Science 164: 262-270.

Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. 3rd ed. W.B.

Saunders, Philadelphia, E.U.A.

Odum, H.T. 1971. Environment, Power and Society. Wiley-Interscience, New York, E.U.A.

Odum, H.T. 1983. Systems Ecology: an Introduction. John Wiley & Sons, New York, E.U.A.

Oldfield, M.L. 1981. Tropical deforestation and genetic resources conservation. Studies in Third World Societies 14: 277-345.

Oliveira, A.E. de, Cortez, R., Velthem, L.H., Brabo, M.J., Alves, I., Furtado, L., da Silveira, I.M. & Rodrigues, I. 1979. Antropologia social e a política florestal para a Amazônia. Acta Amazonica 9(4) suplemento: 191-195.

Pádua, M.T.J. 1976. Documento do Brasil. p. III-A-1 – III-A-54. In: Reunião Internacional sobre administração de unidades de conservção na região amazônica, Santarém, Pará, Brasil, Novembro 8-14 de 1976. Instituto Interamericano do Ciências Agrícolas do O.E.A. (IICA-TRÓPICOS)/Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). Informes de Conferencias Cursos y Reuniones No. 107. IICA-TRÓPICOS, Belém, Pará.

Pádua, M.T.J. s/d. (ca. 1979). Parques Nacionais e reservas equivalentes. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), Brasília.

Pádua, M.T.J., Magnanini, A. & Mittermeir, R.A. 1974. Brazil's national parks. Oryx 7: 452-464.

Pádua, M.T.J. & Quintão, A.T.B. 1982. Parks and biological reserves in the Brazilian Amazon. Ambio 11(5): 309-314.

Páez, G. & Dutra, S. 1974. Algumas considerações sobre o delineamento de sistemas de produção. p. 4.2-4.22 In: Reunião sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para a Amazônia (Trópico Úmido), Brasília, Maio 6-10, 1974. Vol. 1. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasília.

Palmer, E.R. 1973. Gmelina arborea as a potential source of hardwood pulp. Tropical Science 15: 243-260.

Pandolfo, C. 1978. A Floresta Amazônica Brasileira - Enfoque Econômico-Ecológico. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), Belém, Pará.

Pandolfo. C. 1979. Florestas de rendimento. Trabalho apresentado no Simpósio sobre Amazônia e seu Uso Agrícola, 31a. Reunião da Sociedade Brasilera para o Progresso da Ciência, 11-18 de Julho de 1979, Fortaleza, Ceará. (Resumo) (Mimeografado)

Patten, B.C. 1971. A primer for ecological modeling and simulation with analog and digital computers. p. 3-121 In: B.C. Patten (compilador) Systems Analysis and Simulation in Ecology. Vol. 1. Academic Press, New York, E.U.A.

Pearl, R. & Reed, L.J. 1920. On the rate of growth of the population of the United States since 1790 and its mathematical representation. Proceedings of the National Academy of Sciences 6: 275-288.

Pearl, R., Reed, L.J. & Kish, K.F. 1940. The logistic curve and the census count of 1940. Science 92: 486-488.

Pendleton, R.L. 1956. The place of tropical soils in feeding the world. p. 441-458 In: Smithsonian Report for 1955. Smithsonian Institution, Washington, D.C., E.U.A.

Penteado, A.R. 1967. Problemas de Colonização e de Uso da Terra na Região Bragantina do Estado do Pará. Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.

Pereira, F.B. & Rodrigues, J. de S. 1971. Possibilidades Agro-Climaticas do Município de Altamira (Pará). Departamento de Assuntos Universitários, Escola de Agronomia da Amazônia, Boletim No. 1. Belém, Pará.

Peru, Instituto Veterinario de Investigación del Trópico y Altura (IVITA). 1976. Instituto Veterinario de Investigación del Trópico y Altura, Presentación al Sr. Ministro de Alimentación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Peru.

Pianka, E.R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of the concepts. American Naturalist 100: 33-56.

Pianka, E.R. 1974. Evolutionary Ecology. Harper & Row, New York, E.U.A.

Pielou, E.C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley-Interscience, New York, E.U.A.

Pimental, D., Hurd, L.E., Bellotti, A.C., Forster, M.J., Oka, I.N., Scholes, O.D. & Whitman, R.J. 1973. Food production and the energy crisis. Science 182: 443.

Pinheiro, F.P., Bensabath, G., Andrade, A.H.P., Lins, Z.C., Fraika, H., Tang, A.T., Lainson, R., Shaw, J.J. & Azevedo, M.C. 1974a. Infectious diseases along Brazil's Trans-Amazon Highway: surveillance and research. Pan American Health Organization Bulletin 8(2): 111-122.

Pinheiro, F.P., Bensabath, G., Costa, D., Jr., Maroja, O.M., Lins, Z.C. & Andrade, A.H.P. 1974b. Haemorrhagic syndrome of Altamira. The Lancet 1(7859): 639-642.

Pinho Filho, E. 1979. Amazônia Entre Contrastes. Mitograph

Editora Ltda., Belém, Pará.

Pires, J.M. 1973. Tipos de Vegetação da Amazônia. Museu Paraense Emílio Goeldi, Publicação Avulsa No. 20: 179-202, Belém, Pará.

Pires, J.M. 1978. The forest ecosystems of the Brazilian Amazon: description, functioning and research needs. p. 607-627 In: Tropical Forest Ecosystems: a State of Knowledge Report. United Nations Educational Scientific and Cultural Programme/United Nations Environmental Programme/United Nations Food and Agriculture Organization (UNESCO/UNEP/FAO). UNESCO, Paris, França.

Pires, J.M. & Prance, G.T. 1977. The Amazon forest: a natural heritage to be preserved. p. 158-194 In: G.T. Prance & E.S. Elias (compiladores) Extinction is Forever. New York Botanical Garden, Bronx, New York, E.U.A.

Pool, D.J. 1972. Insect Leaf Damage as Related to the Intensity of Management in Tropical Wet Forest Succession. Tese de mestrado em Agronomia, University of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.

Poore, D. 1976. The values of tropical moist forest ecosystems. Unasylva 28: 128-145.

Popenoe, H. 1960. Effects of Shifting Cultivation on Natural Soil Constituents in Central America. Dissertação de Ph.D. em agronomia, University of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.

Posey, J.W. & Clapp, P.F. 1964. Global distribution of normal surface albedo. Geophysics International 4: 53-58.

Potter, G.L., Ellsaesser, H.W., McCracken, M.C. & Kuther, F.M. 1975. Possible climatic impact of tropical deforestation. Nature 258: 697-698.

Prance, G.T. 1975. Flora and Vegetation. p. 101-111 In: R.J.A. Goodland & H.S. Irwin (compiladores) Amazon Jungle: Green Hell to Red Desert? an Ecological Discussion of the Environmental Impact of the Highway Construction Program in the Amazon Basin. Elsevier, New York, E.U.A.

Prance, G.T., Rodrigues, W.A. & Silva, M.F. da 1976. Inventário florestal de uma hectare de mata de terra firme km 30 Estrada Manaus-Itacoatiara. Acta Amazonica 6: 9-35.

A Província do Pará (Belém) 4 de dezembro de 1974. "Floresta Nacional do Tapajós ameaçada de ficar no papel".

Ramanathan, V. 1981. The role of ocean-atmosphere interaction in the CO_2 climate problem. Journal of the Atmospheric Sciences 38: 918-930.

Ramos, A.R. 1980. Development, integration and the ethnic integrity of Brazilian Indians. p. 222-229 In: F. Barbira-Scazzocchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Reino Unido.

Randers, J. & Meadows, D.H. 1972. The carrying capacity of the globe. Sloan Management Review 15(2): 11-27.

Rankin, J.M 1979. Manejo florestal ecológico. Acta Amazonica 9(4) suplemento: 115-122.

Rappaport, R.A. 1968. Pigs for the Ancestors: Ritual in the Ecology of a New Guinea People. Yale University Press, New Haven, Connecticut, E.U.A.

Rappaport, R.A. 1971. The flow of energy in an agricultural society. Scientific American 224: 116-132.

Rebelo, D.C. 1973. Transamazônica: Integração em Marcha. Ministério de Transportes, Centro de Documentação e Publicações, Rio de Janeiro.

Reed, L.J. 1936. Population growth and forecasts. Annals of the American Academy of Political and Social Science Nov. 1936.

Reis, A.C.F. 1972. A Amazônia e a Cobiça Internacional. 4a. ed. Companhia Editora Americana, Rio de Janeiro.

Reis, M.S. 1978. Uma definição técnico-política para o aproveitamento racional dos recursos florestais da Amazônia brasileira. Conferência proferida durante o 3o. Congresso Florestal Brasileiro, Manaus, Amazonas, 04-07 de dezembro de 1978. Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (PRODEPEF)/Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). Brasília.

Revelle, R. 1982. Carbon dioxide and world climate. Scientific American 247(2): 33-41.

Ribeiro, G.T. & Woessner, R.A. 1978. Teste da eficiência com seis (6) sauvicidas no controle de saúvas Atta spp. na Jari. In: Procedimentos do V Congresso Brasileiro de Entomologia, Seção de Controle Químico, Ilheus & Itabuna, julho de 1978. CEPLAC, Itabuna, Bahia.

Richards, P.W. 1964. The Tropical Rain Forest. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

Ridker, R.G. 1976. Perspectives on population policy and research. p. 1-35 In: R.G. Ridker (compilador) Population and development: the Search for Selective Interventions. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, E.U.A.

Roff, D.A. 1974. Spatial heterogeneity and the persistence of populations. Oecologia 15: 245-258.

Rosenn, K.S. 1971. The jeito: Brazil's institutional bypass of the formal legal system and its development implications. The American Journal of Comparative Law 19: 514-549.

Ross, M.S. 1980. The role of land clearing in Indonesia's transmigration program. Bulletin of Indonesian Economic Studies 16(1): 75-85.

Ruderman, M.A., Foley, H.M. & Chamberlain, J.W. 1976. Eleven-year variation in polar ozone and stratospheric-ion chemistry. Science 192: 555-557.

Rundel, T.K. 1983. Roads, speculators, and colonization in the Ecuadorian Amazon. Human Ecology 11(4): 385-403.

Russell, E.W. 1973. Soil Conditions and Plant Growth. 10th ed. Longman, London, Reino Unido.

Ruthenberg, H. 1971. Farming Systems in the Tropics. Clarendon Press, Oxford, Reino Unido.

Rylands, A.B. & Mittermeir, R.A. 1982. Conservation of primates in Brazilian Amazonia. International Zoo Yearbook 22: 17-37.

Sagan, C., Toon, O.B. & Pollack, J.B. 1979. Anthropogenic albedo changes and the earth's climate. Science 206: 1363-1368.

Sahlins, M.D. 1972. Stone Age Economics. Aldine-Atherson, Chicago, Illinois, E.U.A.

Salati, E., Marques, J. & Molion, L.C.B. 1978. Origem e distribuição das chuvas na Amazônia. Interciencia 3: 200-206.

Sánchez, P.A. 1973a. Soil management under shifting cultivation. p. 62-92 In: P.A. Sánchez (compilador) A Review of Soils Research in Tropical Latin America. North Carolina State University, Soil Science Department, Raleigh, North Carolina, E.U.A.

Sánchez, P.A. 1976. Properties and Management of Soils in the Tropics. Wiley, New York, E.U.A.

Sánchez, P.A. 1977. Advances in the management of OXISOLS and ULTISOLS in tropical South America. p. 535-566 In: Proceedings of the International Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture, Tokyo, Japan. Society of the Science of Soil and Manure, Tokyo, Japão.

Sánchez, P.A., Bandy, D.E., Villachica, J.H. & Nicholaides, J.J., III. 1982. Amazon basin soils: Management for continuous crop production. Science 216: 821-827.

Sánchez, P.A. & Buol, S.W. 1975. Soils of the tropics and the world food crisis. Science 188: 598-603.

Sanders, T.G. 1971. Brazilian interior migration. American Field Staff Reports, East Coast South America Series 15(2): 1-10.

Sanders, T.G. 1973. Colonization on the Transamazonian Highway. American Field Staff Reports, East Coast South America Series 17(3): 1-9.

Santos, A.P. dos, Moraes Novo, E.M.L. de & Duarte, V. 1979. Relatório Final do Projeto INPE/SUDAM. Relatório No. INPE-1610- RPE/085. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo.

Santos, A.P. dos, Moraes Novo, E.M.L. de & Duarte, V. 1980. Exemplo de Aplicação de Dados do Sistema LANDSAT, no Estudo das Relações entre Compartimentação Topográfica e Qualidade de Pastagens no Município de Paragominas (PA). Relatório No. INPE-1756-RPE/145. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo.

Saunders, J. 1974. The population of the Brazilian Amazon today. p. 160-180 In: C. Wagley (compilador) Man in the Amazon. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.

Schacht, R.M. 1980. Two models of population growth. American Anthropologist 82(4): 782-798.

Schmink, M. 1982. Land conflicts in Amazonia. American Ethologist 9(2): 341-357.

Schmithüsen, F. 1978. Contratos de Utilização Florestal com Referência Especial a Amazônia Brasileira. (PNUD/FAO/IBDF/BRA/76/027 Série Técnica No. 12). Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (PRODEPEF), Brasília.

Schneider, S.H., Kellogg, W.W. & Ramanathan, V. 1980. Carbon dioxide and Climate. Science 210: 6-7.

Schubart, H.O.R., Junk, W.J. & Petrere Jr., M. 1976. Sumário de ecologia Amazônica. Ciência e Cultura 28(5): 507-509.

Schware, R. & Kellogg, W.W. 1982. De como pudieran influir los cambios de clima sobre la producción de alimentos. Ceres 15(2): 40-42.

Scott, G.A.J. 1975. Soil profile changes resulting from the conversion of forest to grassland in the Montan~a of Peru. Great Plains-Rocky Mountain Geographical Journal 4: 124-

130.

Scott, G.A.J. 1978. Grassland Development in the Gran Pajonal of Eastern Peru: a Study of Soil-Vegetation Nutrient Systems. Hawaii Monographs in Geography, No. 1. University of Hawaii at Manoa, Department of Geography. Honolulu, Hawaii, E.U.A.

Seiler, W. & Crutzen, P.J. 1980. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and the atmosphere from biomass burning. Climatic Change 2: 207-247.

Serete S.A. Engenharia & Brasil, Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). 1972. p. 11-23 In: Estudos Setoriais e Levantamento de Dados da Amazônia. Vol. II-3 (Setores Econômicos e Elementos da Política Setorial: Pecuária Bovina). SUDAM, Belém, Pará.

Serrão, E.A.S. 1979. Produtividade das pastagens cultivadas na região Amazônica. Trabalho apresentado no Simpósio sobre Amazônia e o seu uso Agrícola, 31a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 16 e 17 de julho de 1979. Fortaleza, Ceará. (Resumo) (Mimeografado)

Serrão, E.A.S., Cruz, E.de S., Simão Neto, M., Sousa, G.F. de, Bastos, J.B. & Guimarães, M.C. de F. 1971. Resposta de três gramíneas forrageiras (Brachiaria decumbens Stapf., Brachiaria ruziziensis Germain et Everard e Pennisetum purpureum Schum.) a elementos fertilizantes em latossolo amarelo textura média. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN), Série: Fertilidade do Solo 1(2): 1-38.

Serrão, E.A.S. & Falesi, I.C. 1977. Pastagens do Trópico Úmido Brasileiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Úmido (EMBRAPA-CPATU), Belém, Pará.

Serrão, E.A.S., Falesi, I.C., Viega, J.B. da & Teixeira Neto, J.F. 1978. Produtividade de Pastagens Cultivadas em Solos de Baixa Fertilidade das Áreas de Floresta do Trópico Úmido Brasileiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Úmido (EMBRAPA-CPATU), Belém, Pará.

Serrão, E.A.S., Falesi, I.C., Viega, J.B. de & Teixeira Neto, J.F. 1979. Productivity of cultivated pastures on low fertility soils in the Amazon of Brazil. p. 195-225 In: P.A. Sánchez & L.E. Tergas (compiladores) Pasture Production in Acid Soils of the Tropics: Proceedings of a Seminar held at CIAT, Cali, Colombia, 17-21 de abril de 1978. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Series 03 EG-05. Cali, Colômbia.

Shantzis, S.B. & Behrens III, W.W. 1973. Population control

mechanisms in a primitive agricultural society. p. 257-288 In: D.L. Meadows & D.H. Meadows (compiladores) Toward Global Equilibrium, Collected Papers. Wright-Allen Press, Cambridge, Massachusetts, E.U.A.

Simão Neto, M., Serrão, E.A.S., Gonçalves, C.A. & Pimentel, D.M. 1973. Comportamento de Gramíneas Forrageiras na Região de Belém. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN) Comunicado Técnico No. 44, Belém, Pará.

Simon, J.L. 1976. Income, wealth, and their distribution as policy tools in fertility control. p. 36-76 In: R.G. Ridker (compilador) Population and Development: The Search for Selective Interventions. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, E.U.A.

Simpson, G.J. 1975. A Report on the Karimui Resettlement Scheme: Problems and Prospects. Office of Environment and Conservation, Port Moresby, Papua Nova Guiné.

Sioli, H. 1973. Recent human activities in the Brazilian Amazon Region and their ecological effects. p. 321-334 In: B.J. Meggers, E.S. Ayensu & W.D. Duckworth (compiladores) Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: A Comparative Review. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., E.U.A.

Sioli, H. 1980. Foreseeable consequences of actual development schemes and alternative ideas. p. 252-268 In: F. Barbira-Scazzocchio, (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Reino Unido.

Skillings, R.F. & Tcheyan, N.O. 1979. Economic development prospects of the Amazon Region of Brazil. Center of Brazilian Studies, School of Advanced International Studies, Johns Hopkins University, Occasional Paper No. 9, Baltimore, Maryland, E.U.A.

Smith, N.J.H. 1976a. Brazil's Transamazon Highway settlement scheme: agrovilas, agropoli, and ruropoli. Association of American Geographers Proceedings 8: 129-132.

Smith, N.J.H. 1976b. Transamazon Highway: A Cultural-Ecological Analysis of Colonization in the Humid Tropics. Dissertação de Ph.D. em geografia, University of California, Berkeley, California, E.U.A.

Smith, N.J.H. 1978. Agricultural productivity along Brazil's Transamazon Highway. Agro-Ecosystems 4: 415-432.

Smith, N.J.H. 1981. Colonization lessons from a rainforest. Science 214: 755-761.

Smith, N.J.H. 1982. Rainforest Corridors: The Transamazon

Colonization Scheme. University of California Press, Berkeley, California, E.U.A.

Snedecor, G.W. & Cochran, W.G. 1967. Statistical Methods. 6th edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa, E.U.A.

Sombroek, W.G. 1966. Amazon Soils: A Reconnaisance of the Soils of the Brazilian Amazon Region. Centre for Agricultural Publications and Documentation, Wageningen, Paises Baixos.

Sommer, A. 1976. Attempt at an assessment of the world's tropical moist forests. Unasylva 28(112-113): 5-24.

Stark, N. 1970. Direct nutrient cycling in the Amazon Basin. p. 172-177 In: J.M. Idrobo (compilador) II Simpósio de Biologia Tropical Amazonica. Asociación de Biologia Tropical, Bogotá, Colômbia.

Stark, N. 1971. Mycorrhizae and nutrient cycling in the tropics. p. 228-229 In: E. Hacskaylo (compilador) Mycorrhizae: Proceedings of the First North American Conference on Mycorrhizae, Abril 1969. United States Department of Agriculture Miscellaneous Publication No. 1189, United States Government Printing Office, Washington, D.C., E.U.A.

Stark, N. 1972. Nutrient cycling pathways in litter fungi. BioScience 22: 355-360.

Stout, P.R. 1974. Agriculture's energy requirements. p. 13-22 In: D.E. McCloud (compilador) A New Look at Energy Sources, American Society of Agronomy Special Publication No. 22, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, E.U.A.

Street, J.M. 1969. An evaluation of the concept of carrying capacity. Professional Geographer 21: 104-107.

Struchtemeyer, R.A., Chaves, D.M., de Sousa, G.F., Cruz, E. de S. & de Magalhões, J.C.A.J. 1971. Necessidade de calcário em solos da zona Bragantina. Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte (IPEAN) Série: Fertilidade do Solo 1(1): 1-21.

Stuiver, M. 1978. Atmospheric carbon dioxide and carbon reservoir changes. Science 199: 253-258.

Survival International. 1985. Indonesian transmigration: the World Bank's most irresponsible project. The Ecologist 15(5/6): 300-301.

Tambs, L.A. 1974. Geopolitics of the Amazon. p. 45-87 In: C. Wagley (compilador) Man in the Amazon. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.

Tamer, A. 1970. Transamazônica, Solução para 2001. APEC Editora, Rio de Janeiro.

Tardin, A.T., dos Santos, A.P., Lee, D.C.L., Maia, F.C.S., Mendonça, F.J., Assunção, C.V., Rodrigues, J.E., de Moura Abdon, M., Novaes, R.A., Chen, S.C., Duarte, V. & Shimabukuro, Y.E. 1979. Levantamento de Áreas de Desmatamento na Amazônia Legal Através de Imagens de Satélite LANDSAT. (INPE-COM3/NTE,C.D.U. 621.38SR). Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo.

Tardin, A.T., dos Santos, A.P., Moraes Novo, E.M.I. & Toledo, F.L. 1978. Projetos agropecuários da Amazônia; desmatamento e fiscalização - relatório. A Amazônia Brasileira em Foco 12: 7-45.

Tardin, A.T., Lee, D.C.L., Santos, R.J.R., de Assis, O.R., dos Santos Barbosa, M.P., de Lourdes Moreira, M., Pereira, M.T., Silva, D. & dos Santos Filho, C.P. 1980. Subprojeto Desmatamento, Convênio IBDF/CNPq-INPE 1979. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) Relatório No. INPE-1649-RPE/103. INPE, São José dos Campos, São Paulo.

Tavares, V.P., Considera, C.M.C. & Silva, M.T.I.I. de C. 1972. Colonização Dirigida no Brasil, suas Possibilidades na Região Amazônica. Instituto de Planejamento Econômico e Social (IPEA)/Instituto de Pesquisas (INPES) Relatório de Pesquisa No. 8. IPEA/INPES, Rio de Janeiro.

Teitelbaum, M.S. 1975. Relevance of demographic transition theory for developing countries. Science 188: 420-425.

Thery, H. 1976. Rondônia: Mutations d'un Territoire Fédéral en Amazonie Brésilienne. ThE`se de 3eme cycle. Université de Paris I, C.N.R.S. 111, Ecole Normale Supérieure, Paris, França.

Thomas, R.H., Sanderson, T.J.O. & Rose, K.E. 1979. Effect of climatic warming on the West Antarctic ice sheet. Nature 277: 355-358.

Toledo, J.M. & Serrão, E.A.S. 1982. Pasture and animal production in Amazonia. p. 281-309 In: S.B. Hecht (compiladora) Amazonia: Land Use and Agricultural Research. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colômbia.

University of Michigan, Computing Center. 1976. The Michigan Terminal System. Vols. 1-16. University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, E.U.A.

University of Michigan, Statistical Research Laboratory Staff. 1976. Elementary Statistics using MIDAS. 2nd. ed. University of Michigan, Statistical Research Laboratory, Ann Arbor, Michigan, E.U.A.

Valverde S., C. & Bandy, D.E. 1982. Production of annual food crops in the Amazon. p. 243-280 In: S.B. Hecht (compiladora) Amazonia: Agriculture and Land Use Research. Centro Internacional de Agricultural Tropical (CIAT), Cali, Colômbia.

Valverde, O. 1979a. Considerações finais e conclusões. p. 245-258 In: O. Valverde (compilador) A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica, Vol. 1: Introdução, Sudoeste Amazônico e Regiões Vizinhas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.

Valverde, O. (compilador) 1979b. A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica, Vol. 1: Introdução, Sudoeste Amazônico, Rondônia e Regiões Vizinhas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.

Valverde, O. & Dias, C.V. 1967. A Rodovia Belém-Brasília: Estudo de Geografia Regional. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.

Van Valen, L. 1971. The history and stability of atmospheric oxygen. Science 171: 439-443.

Van Velthem, L.H. 1980. O Parque indígena de Tumucumaque. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi No. 76: 1-31.

Van Wambeke, A. 1978. Properties and potentials of soils in the Amazon Basin. Interciencia 3(4): 233-241.

Vayda, A.P. 1969. An ecological approach in cultural anthropology. Bucknell Review 17(1): 112-119.

Vayda, A.P. 1976. On the "New Ecology" paradigm. American Anthropologist 78: 645-646.

Vayda, A.P. & McCay, B.J. 1975. New directions in ecology and ecological anthropology. Annual Review of Anthropology 4: 293-306.

Veja (Rio de Janeiro). 12 de novembro de 1980. "Censo: conta baixa. O IBGE revê o exagero de suas previsões". p. 28.

Veja (Rio de Janeiro). 11 de março de 1981. "Os Arara saem da mata". p. 72-76.

Veja (Rio de Janeiro). 22 de dezembro de 1982. "Corte no verde: uma estrada rasgará o Parque do Araguaia". p. 90.

Verdade, F. da C. 1974. Problemas de fertilidade do solo na Amazônia. Ciência e Cultura 26: 219-224.

Verhulst, P.F. 1838. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. Correspondence Mathematique et

Physique 10: 113-121. Tradução inglesa abreviada: pp. 64-66 In: E. Kormondy (compilador) Readings in Ecology. Prentice Hall. (1965), Englewood Cliffs, New Jersey, E.U.A.

Vermeer, D.E. 1970. Population pressure and crop rotational changes among the Tiv of Nigeria. Annals of the Association of American Geographers 60: 299-314.

Vicente-Chandler, J. 1975. Intensive management of pastures and forages in Puerto Rico. p. 409-452 In: E. Bornemisza & A. Alvarado (compiladores) Soil Management in Tropical America: Proceedings of a Seminar held at CIAT, Cali, Colombia, 10-14 de fevereiro de 1974. North Carolina State University, Soil Science Department. Raleigh, North Carolina, E.U.A.

Viégas, R.M.F. & Kass, D.C.L. 1974. Resultados de Trabalhos Experimentais na Transamazônica no Período de 1971 a 1974. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (EMBRAPA-IPEAN), Belém, Pará.

Villa Nova, N.A., Salati, E. & Matusi, E. 1976. Estimativa da evapotranspiração na Bacia Amazônica. Acta Amazonica 6(2): 215-228.

Waddell, E. 1972. The Mound Builders: Agricultural Practices, Environment and Society in the Central Highlands of New Guinea. American Ethnological Society Monograph No. 53. University of Washington Press, Seattle, Washington, E.U.A.

Wade, N. 1979. CO_2 in climate: Gloomsday predictions have no fault. Science 206: 912-913.

Wagley, C. 1976 (1953). Amazon Town: A Study of Man in the Tropics. 2nd ed. Macmillan, New York, E.U.A.

Watt, K.E.F. 1966. Systems Analysis in Ecology. Academic Press, New York, E.U.A.

Watters, R.F. 1971. Shifting Cultivation in Latin America. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Forestry Development Paper No. 17. FAO, Roma, Itália.

Waugh, D.L., Cate, R.B., Nelson, L.A. & Manzano, A. 1975. New concepts in biological and economical interpretation of fertilizer response. p. 484-563 In: E. Bornemisza & A. Alvarado (compiladores) Soil Management in Tropical America: Proceedings of a Seminar held at CIAT, Cali, Colombia, 10-14 de fevereiro de 1974. North Carolina State University, Soil Science Department, Raleigh, North Carolina, E.U.A.

Weisman, T. 1974. A model for the relationship between selected nutritional variables and excess mortality in populations. p. B481-B498 In: Proceedings of the Seminar on the Regionalized Multi-Level World Model at the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, 29 abril-3 maio de 1974. IIASA, Laxenburg, Austria.

Weiss, R.F. 1981. The temporal and spatial distribution of tropospheric nitrous oxide. Journal of Geophysical Research 86: 7185-7195.

Weiss, R.F. & Craig, H. 1976. Production of atmospheric nitrous oxide from combustion. Geophysical Research Letters 3: 751-753.

Went, F.W. & Stark, N. 1968. The biological and mechanical role of soil fungi. Proceedings of the National Academy of Sciences 173: 171-180.

Wesche, R. 1974. Planned rainforest family farming on Brazil's Transamazonic Highway. Revista Geografica 81: 105-114.

Whittaker, R.H. & G.E. Likens. 1973. Primary production: the biosphere and man. Human Ecology 1: 357-369.

Wilbur, H.M. 1972. Competition, predation and the structure of the Ambystoma, Rana sylvatica community. Ecology 53: 3-21.

Williams, G.C. 1966. Adaptation and Natural Selection. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, E.U.A.

Wilson, E.O. & Bossert, W.H. 1971. A Primer of Population Biology. Sinaur Associates, Stamford, Connecticut, E.U.A.

Wood, C.H. & Schmink, M. 1979. Blaming the victim: small farmer production in an Amazon colonization project. Studies in Third World Societies 7: 77-93.

Woodwell, G.M. 1978. The carbon dioxide question. Scientific American 238(1): 34-43.

Woodwell, G.M., Hobbie, J.E., Houghton, R.A., Melillo, J.M., Moore, B., Peterson, B.J. & Schaver, G.R. 1983. Global deforestation: contribution to atmospheric carbon dioxide. Science 222: 1081-1086.

Woodwell, G.M., Whittaker, R.H., Reiners, W.A., Likens, G.E., Delwiche, C.C. & Botkin, D.P. 1978. The biota and the world carbon budget. Science 199: 141-146.