

The text that follows is a REPRINT
O texto que segue é um REPRINT.

Please cite as:
Favor citar como:

**Fearnside, P.M. 1993. Migração,
colonização e meio-ambiente: O
potencial dos ecossistemas Amazônicos.
pp. 249-267 In: E.J.G. Ferreira, G.M.
Santos, E.L.M. Leão and L.A. Oliveira
(eds.) *Bases Científicas para Estratégias
de Preservação e Desenvolvimento da
Amazônia, Vol. 2. Instituto Nacional de
Pesquisas da Amazônia (INPA),
Manaus, Brasil. 435 pp.***

Copyright: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus

The original publication is available from:
A publicação original está disponível de:

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, AM, Brasil

Migração, Colonização e Meio-Ambiente: O Potencial dos Ecossistemas Amazônicos¹

Philip M. Fearnside

Primeiras Considerações

Para se avaliar o potencial dos ecossistemas amazônicos é necessário, antes de mais nada, definir a finalidade para a qual o ecossistema tem potencial, e para quem os frutos deste potencial estão destinados. Divido em três categorias os tipos de potencial de interesse para planejamento de desenvolvimento sustentado, são: potencial para sustentar uma população humana, potencial para gerar um retorno financeiro, e potencial para suprir serviços ambientais. É importante ressaltar que sustentar uma população humana é um papel bem distinto da produção de rendimento monetário, sendo que muitas das formas atuais de desenvolvimento geram lucros sem sustentar uma população significativa dentro da região. Das três categorias de potencial, o de retorno financeiro deve ser secundária às outras duas, sendo que é este o que é mais facilmente substituído por outros meios, e o que menos atende às necessidades básicas da população da região. Mesmo assim, não há porque os três objetivos não possam ser alcançados de forma adequada dentro de um planejamento global.

A primeira questão a ser respondida com respeito ao potencial dos ecossistemas é "potencial para quem?" Eu considero que os benefícios deste potencial devem servir para os atuais residentes da Amazônia e os seus descendentes (FEARNSIDE, 1989a). O objetivo deve ser o de fornecer um padrão de vida digna para todos os residentes da região enquanto que, ao mesmo tempo, mantém as funções ambientais da floresta. Os objetivos não incluem o pagamento da dívida externa brasileira, a geração de lucros para as empresas que exploram os recursos naturais da região, ou a resolução dos problemas sociais e econômicos do restante do Brasil. A Amazônia não pode continuar servindo como um grande sumidouro para os excedentes populacionais que são expulsos pela mecanização da agricultura e pela concentração da posse da terra em locais como o Paraná e o nordeste do Brasil.

¹ Trabalho apresentado na Conferência Internacional sobre Meio-Ambiente, Desenvolvimento e Saúde (CIMADES). Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 20-24/04/92. Uma versão anterior foi apresentada no 1º Seminário Nacional "Desenvolvimento Sustentável na Amazônia", Programa de Desenvolvimento de Lideranças para o Século XXI, Brasília-DF, 27-29/11/91.

Usos dos Ecossistemas

Colonização Agrícola

Capacidade de Suporte Humano

A sustentação de uma população humana somente pode ser feita dentro dos limites da capacidade de suporte humano, ou seja, a densidade populacional que possa ser mantida por prazo indefinido utilizando uma dada tecnologia produtiva e gozando de um determinado nível de consumo. A capacidade de suporte é bastante limitada, e se torna ilusório pensar que a região vai sustentar uma população densa na zona rural. Isto é evidente nos resultados de um estudo da capacidade de suporte realizado numa área de colonização da rodovia Transamazônica -- uma estrada construída no período 1970-1973 com o objetivo declarado de absorver excedentes populacionais do nordeste brasileiro (Fig. 1).

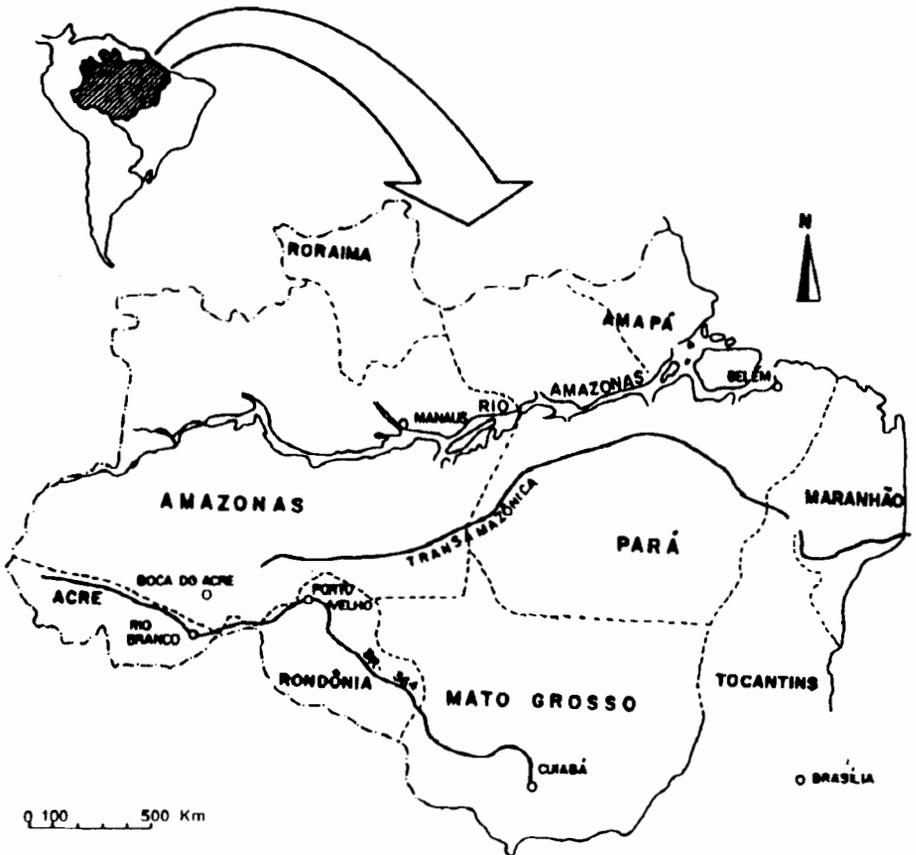


Figura 1. Amazônia Legal brasileira.

A capacidade de suporte humano é o número de pessoas que podem ser sustentadas, por prazo indeterminado, em uma área a um dado padrão de vida, sem que haja degradação ambiental, dado presunções apropriadas sobre a tecnologia utilizada e os hábitos de consumo. A capacidade de suporte pode ser definida operacionalmente em termos de um gradiente de probabilidades de fracasso dos colonos com o aumento da densidade populacional (FEARNSIDE, 1989b). As probabilidades de fracassos são tomadas como sendo índices sustentáveis de fracasso durante um longo período de anos, ou seja, índices que não estão sujeitos a tendências de mudanças ao longo do tempo. Os critérios culturais seriam usados para definir "fracasso" (definido como queda abaixo dos níveis mínimos de consumo especificados para calorias, proteínas totais, proteína animal e dinheiro). A capacidade de suporte é a densidade populacional na qual este gradiente excede a probabilidade de fracasso máximo aceitável, definido culturalmente (Fig. 2).

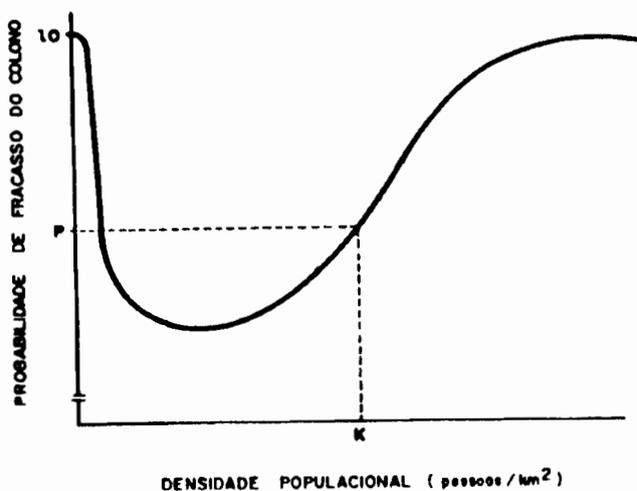


Figura 2. A capacidade de suporte humano operacionalmente definida em termos de um gradiente de probabilidade de fracasso do colono em relação à densidade populacional (Fonte: FEARNISIDE, 1986).

Os resultados mostram a importância da variabilidade, a grande variação entre anos e entre agricultores sendo uma das características mais universais dos sistemas agrícolas na região. O papel da variabilidade é mostrado por diferenças marcantes entre os resultados de execuções de simulações determinísticas e estocásticas. A variabilidade faz com que muitos colonos possam fracassar em atingir níveis mínimos de consumo mesmo com a média estando razoavelmente alta (FEARNISIDE, 1986).

Assentamentos em Rondônia estabelecidos para absorver fluxos migratórios do Paraná mostram o potencial cada vez mais restrito para absorver populações através de colonização agrícola na Amazônia. Os projetos de colonização “antigos” (da década de 1970) tinham 42% dos seus solos classificados pelo mapeamento da EMBRAPA como sendo “bons para agricultura com insumos baixos ou médios”; nos projetos “novos” (da década de 1980) este percentual caiu para 15%, e nos projetos planejados é um insignificante 0,13% (FEARNSIDE, 1987a). Isto indica claramente que as áreas com solos melhores têm sido colonizadas primeiro, e que as áreas remanescentes terão cada vez menos potencial agrícola. Este padrão, de fato, é uma tendência lógica que tem sido repetida em muitas partes do mundo.

O Estudo FAO/UNFPA/IIASA

Um esforço importante para estimar a capacidade de suporte dos países em desenvolvimento foi completado em 1982 pela Organização de Alimentação e Agricultura da Organização das Nações Unidas (FAO), em colaboração com o Fundo para Atividades Populacionais da ONU (UNFPA) e o Instituto Internacional para Análise Aplicada de Sistemas (IIASA) (FAO, 1980, 1981, 1984; HIGGINS *et al.*, 1982). Toda a Amazônia brasileira foi mapeada no estudo da FAO/UNFPA/IIASA como sendo capaz de sustentar 5-10 pessoas/ha com insumos altos (adubos, mecanização, e uma combinação ótima de culturas de sequeiro). Estes cálculos levaram à conclusão de que o Brasil poderia sustentar o número incrível de 7,1 bilhões de pessoas se altos níveis de insumos fossem aplicados (HIGGINS *et al.*, 1982: 104). Qualquer tentativa de converter a região em agricultura mecanizada de altos insumos encontraria limitações absolutas de disponibilidade de recursos. A Amazônia virtualmente não tem jazidas de fosfato, como indica o mapa das jazidas de fosfatos no Brasil publicado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (LIMA, 1976). O custo do transporte deste adubo seria proibitivo e, quando se considera a vasta extensão da Amazônia, o uso pesado de adubos rapidamente esgotaria os estoques globais de fosfato.

A tentação é forte de ver a Amazônia como uma cornucópia em potencial, que seria capaz de resolver os problemas de população e de distribuição das terras, mas os limites da aplicação do tipo de agricultura intensiva de nutrientes, sugerida pela FAO, faz com que este potencial seja uma ilusão cruel. Estes limites são melhor ilustrados pela inviabilidade de aplicar a “Tecnologia Yurimaguas” a qualquer parte significativa da Amazônia. Este sistema para cultivo contínuo tem estado sob testes desde 1972 na Amazônia peruana (SÁNCHEZ *et al.*, 1982; NICHOLAIDES *et al.*, 1985), mas as peculiaridades do local e da população de agricultores, subsídios pesados de insumos e de assistência técnica, e uma resposta pouco encorajadora entre os agricultores locais mesmo sob circunstâncias atipicamente favoráveis faz a aplicação em larga escala das técnicas intensivas improvável na Amazônia (FEARNSIDE, 1987b; 1988a; 1989c; 1990a).

Um fator que levou o estudo FAO/UNFPA/IIASA a estimar valores altos para capacidade de suporte na Amazônia é a presunção de que a qualidade das terras em áreas não cultivadas é igual à qualidade nas áreas já cultivadas. O estudo até alega que “existem evidências de que a produtividade das reservas pode ser mais alta, mas, para fins de simplicidade, é presumida de que a produtividade em potencial das terras não utilizadas é a mesma que a das terras já sob cultivo (FAO, 1984: 43). Infelizmente, os autores estão seriamente enganados. Como é o caso na maior parte do planeta, as melhores terras são cultivadas primeiro, com a qualidade diminuindo progressivamente em novas áreas de assentamento até que apenas terras bastante marginais permanecem. Como no caso do Estado de Rondônia, já mencionando anteriormente (FEARNSIDE, 1987a).

Pecuária

A manutenção da produtividade das pastagens é fundamental, sendo que quase toda a área desmatada na Amazônia brasileira acaba sendo convertida para este uso da terra. As pastagens degradam devido, inclusive, ao esgotamento do fósforo disponível no solo (FEARNSIDE, 1980). A erosão do solo medida em pastagens é mais alta do que em florestas - o que implica num desgaste significativo ao longo do tempo, sendo que as pastagens são vistas como sendo um uso da terra ao longo prazo (FEARNSIDE, 1989d). Estes resultados, obtidos com a mesma conclusão nas quadras de medição de erosão mantidas em Rondônia (Ouro Preto do Oeste), Amazonas (Distrito Agropecuária da SUFRAMA), Pará (Transamazônica) e Roraima (Apiáú), mostram a invalidade da presunção básica da classificação do potencial agrícola das terras amazônicas feita pelo Projeto RADAMBRASIL, que serve como a base para a maior parte do planejamento na região amazônica. A classificação do RADAMBRASIL recomenda para pastagens as terras que são acidentadas demais para o uso de tratores, baseado na crença de que o pasto protege o solo contra a erosão: “considera-se que as terras com forte susceptibilidade à erosão e que não tenham condições para o emprego de uma maquinaria agrícola, comum à agricultura do país, seriam próprias para as pastagens” (BRASIL, PROJETO RADAMBRASIL, 1973/82).

A produtividade das pastagens declina como resultado de diferentes fatores, tais como: perda dos nutrientes, compactação do solo, e invasão de ervas daninhas (FEARNSIDE, 1979). Dados obtidos em Rondônia indicam que uma pastagem com doze anos produz em torno da metade da matéria seca por ano em comparação com uma pastagem com três anos (FEARNSIDE, 1989d: 50).

Mineração

A mineração tem um potencial grande para produzir retornos financeiros (KASHIDA *et al.* 1990), mas sua contribuição à sustentação da população tem

sido, em geral, mínima, e os impactos ambientais grandes. Apenas a garimpagem do ouro tem sustentado uma população significativa, mas as conseqüências da poluição por mercúrio, assoreamento de cursos d'água e invasão de reservas indígenas têm sido desastrosas.

Em geral, o impacto principal da mineração não é o buraco deixado no chão, mas sim os impactos indiretos do beneficiamento dos minérios. Os impactos do beneficiamento, muitas vezes, poderiam ser evitados, até com bastante lucro financeiro para o País, se estas atividades, fortemente subsidiadas, fossem paradas. Embora a generalização de que o Brasil ganha mais exportando produtos beneficiados ao invés de matérias-primas em forma bruta se aplica em muitos casos, não se aplica aos lingotes de alumínio e de ferro-gusa exportados da Amazônia. O Brasil ganharia mais dinheiro, e teria menos impactos, se estes minérios fossem exportados sem beneficiamento algum.

Ferro-gusa

No caso do ferro de Carajás, o impacto principal é o do Programa Grande Carajás, que é um programa justificado pela ferrovia que foi construída para transportar o minério de ferro até o porto de Ponta da Madeira, perto de São Luis (Maranhão). Este programa inclui um componente para transformar em ferro-gusa uma pequena parte do minério retirado, utilizando carvão vegetal como um agente redutor e como fonte de energia. O programa previsto implica ou na plantação de eucalipto equivalente a dez vezes a área das plantações do Projeto Jari (FEARNSIDE, 1988b; 1989e), ou no desmatamento de 1.000 km²/ano (FEARNSIDE, 1989e) a 1.500 km²/ano (ANDERSON, 1990) de floresta. O preço do ferro-gusa não justifica o suprimento do carvão vegetal a partir de plantações, mas mesmo se o preço fosse alto o suficiente, a existência de floresta nativa gratuita, do ponto de vista dos fabricantes de ferro-gusa, faria com que este recurso fosse a fonte principal do carvão vegetal enquanto existisse florestas na área. O anúncio, em julho de 1990, pelo presidente Fernando Collor de Mello que 1,0 X 10⁶ ha de plantações seriam estabelecidas ao longo da ferrovia, com a justificativa de absorver carbono objetivando diminuir o efeito estufa, forneceria uma fonte de matéria-prima ao programa de ferro-gusa. Deveria ser mencionado que os cálculos dos benefícios das plantações em amenizar o efeito estufa exageram o seu papel por um fator de dois, sendo que o cálculo é feito usando a biomassa da planta no momento da colheita ao invés da média sobre uma paisagem de plantações em diferentes estágios de crescimento (FEARNSIDE, 1990b). A maneira mais barata de diminuir as contribuições brasileiras ao efeito estufa seria, de longe, frear o desmatamento (FEARNSIDE, 1989f), ao invés de tentar reabsorver uma parte do carbono em plantações. Do ponto de vista de aproveitar as jazidas de ferro em Carajás, a opção de maior benefício seria de exportar o minério como está; já que tem 67% de ferro no minério, o máximo que o beneficiamento local pode poupar é um terço do custo de transportar este material até um local com fonte de carvão mineral ou vegetal mais barata.

Alumínio

O alumínio é outro minério cujo beneficiamento traz impactos imensos à região em troca de pouquíssimo benefício. Uma parte da bauxita minerada em Trombetas, pela Mineração Rio do Norte (da CVRD: Companhia Vale do Rio Doce, com ALCAN), está sendo beneficiada em Barcarena (Pará) e São Luis (Maranhão); o restante do minério é exportado em forma bruta para o Canadá, onde o seu beneficiamento, para atender a demanda dos Estados Unidos, traz problemas ambientais, sociais e financeiros muito parecidos com aqueles criados pela indústria de alumínio no Brasil. As fabricas da ALBRÁS (formada pela CVRD e a Nippon Amazon Aluminum Company-NAAC, que é um consórcio de 33 firmas japonesas) em Barcarena e da ALUMAR (da ALCOA e Billington) em São Luis utilizam dois terços da energia da hidrelétrica de Tucuruí, que foi construída especificamente para atender estas fábricas (PINTO, 1991). Planos para outras minas de bauxita na bacia do rio Trombetas, da ALCOA e Billington, também implicam em impactos grandes através da construção das hidrelétricas de Cachoeira Porteira e de Chuisco.

O Brasil perde valores astronômicos com o subsídio dado à indústria de alumínio. A raiz do problema é a Portaria No. 1654 do Ministério das Minas e Energia, de 13 de agosto de 1979 (publicado no Diário Oficial de 16 de agosto de 1979), que concede, durante 20 anos, energia elétrica a uma tarifa ligada ao preço internacional do alumínio, sendo que a energia utilizada no beneficiamento não pode ultrapassar 20% do preço internacional deste produto. Quando o alumínio está barato, a diferença entre o custo de produzir a energia e a tarifa cobrada aos fabricantes de alumínio é paga pelos contribuintes brasileiros, e por cada um que paga a conta de luz no final do mês. A energia vendida a ALBRÁS é paga a menos que um sexto da tarifa paga pelos consumidores residenciais no País (BRASIL, ELETRONORTE, 1989).

A perda financeira é apenas uma parte do impacto do subsídio à indústria de alumínio. A quantidade de emprego gerada pela fabricação de alumínio é mínima: são 1.200 empregos em Barcarena e 750 em São Luis. Em 1986, a ALBRÁS usou 49,5% de toda a energia consumida no Estado do Pará (BRASIL, ELETRONORTE, 1987, p. Amazonas-32, Pará-12). A vila de operários de Barcarena, incluindo dependentes, comerciantes, etc., tem uma população de apenas 5.000 pessoas; esta vila consome mais energia do que Belém, Santarém, e todas as outras cidades do Pará juntas. Praticamente qualquer outro uso da energia traria mais benefícios para o Brasil (FEARNSIDE, 1990c).

A construção de Tucuruí custou um total de US\$ 8 bilhões quando incluídos os juros sobre a dívida, segundo os cálculos do Lúcio Flávio Pinto. Considerando que dois-terços da energia produzida vai para a fabricação de alumínio, apenas Tucuruí (que é só uma parte da infraestrutura fornecida à indústria pelo governo brasileiro) custou US\$ 2,7 x 10⁶/emprego.

Exploração Madeireira

A exploração madeireira representa um uso da floresta que sempre se apresenta como opção para as vastas áreas que não podem ser aproveitadas para a agropecuária. Embora exista a possibilidade de suprir colheitas de maneira sustentável através do manejo florestal, barreiras bastante grandes precisam ser superadas para tornar estes sistemas sustentáveis. As práticas atuais levam à destruição da floresta. Isto não se deve tanto a problemas técnicos com os sistemas de manejo, mas sim a falhas fundamentais na maneira em que são tomadas as decisões.

O fato que existe algo muito básico que está errado com as propostas de manejo florestal, fica claro quando se vê o contraste entre o sudeste asiático e a Amazônia. Os programas de fomento e de pesquisa de manejo florestal praticamente são sempre baseados na presunção de que aumentando o valor da floresta (aproveitando mais espécies, etc.) e os lucros dos que manejam a floresta (subsidiando serrarias e transportes, e eliminando intermediários), o desejo de se manejar a floresta de forma sustentável vai aumentar, tanto por parte dos governos (que passarão a fazer regulamentos exigindo cumprir planos de manejo) como das empresas de exploração florestal. Esta é a base dos programas da Organização Internacional de Madeiras Tropicais (ITTO) e dos Planos de Ação das Florestas Tropicais (TFAP), assim como dos órgãos florestais nacionais, inclusive no Brasil. No entanto, se esta lógica fosse válida, as florestas deveriam estar sendo manejadas de forma mais sustentável na Ásia, em comparação com a Amazônia, sendo que as florestas asiáticas tem um valor comercial por hectare muito superior ao valor correspondente na Amazônia. Isto se deve ao fato que no sudeste asiático quase todas as espécies de árvores pertencem à mesma família botânica (Dipterocarpaceae), assim facilitando a classificação em poucos grupos para fins de beneficiamento e comercialização. Na Amazônia, as espécies são distribuídas entre muitas famílias, com madeira de características diferentes impossibilitando esta facilidade de exploração. É difícil de imaginar que as pesquisas em andamento para encontrar novos usos e mercados para madeiras amazônicas vão resultar em um valor da floresta por unidade de área que iguale o valor que já existe hoje nas florestas asiáticas. Além de serem mais fáceis de manejar em termos financeiros, as florestas asiáticas também são mais fáceis em termos técnicos: uma vez que quase todas as arvoretas no sub-bosque são de espécies valiosas, o buraco aberto no dossel, com a remoção de uma árvore de valor, quase sempre vai ser preenchido com uma outra árvore de valor comercial sem nenhum esforço humano, enquanto na Amazônia o buraco seria muito mais provável de ser preenchido por uma árvore sem valor comercial, assim degradando o valor monetário da floresta explorada.

Ao invés de existir um paraíso de manejo sustentável na Ásia, a realidade é exatamente o inverso. As florestas estão sendo muito mais devastadas no sudeste asiático do que na Amazônia justamente porque as florestas asiáticas tem mais valor

comercial. Portanto, há algum problema com a lógica. Isto também é evidente no Brasil, onde potenciais conhecidos de produção sustentável são propositalmente jogados fora para aproveitar retornos imediatos minguados. Por exemplo, árvores de seringueira, que vem produzindo látex há aproximadamente um século, são abatidas em Rondônia para se aproveitar a madeira, que nem é de primeira qualidade.

O atrativo do lucro imediato não é ocasionado por falta de visão, nem por falta de entendimento técnico sobre a não sustentabilidade das práticas utilizadas. No caso das empresas e investidores, destruir o recurso potencialmente renovável é uma decisão financeiramente racional. Uma vez que a taxa de crescimento das árvores na floresta é limitada a um ritmo lento, pela biologia das espécies, eles não podem concorrer com retornos financeiros em investimentos alternativos tais como a bolsa de valores ou a especulação imobiliária. Taxas de desconto em torno de 10% anuais geralmente são usadas em cálculos de avaliação de projetos: por exemplo, 12%/ano foi usado no caso das plantações na área do Programa Grande Carajás. Isto inviabiliza o manejo florestal sustentado, que seria indicado como racional, se analisado com taxas de desconto em torno de 3% anuais. Esta falha básica no sistema de avaliação atual foi analisada em detalhe, inclusive com exemplos numéricos por FEARNSIDE (1989g,h). Fica claro que novas maneiras de se avaliar florestas e propostas de desenvolvimento precisam ser formuladas, e que essa atividade está recebendo um esforço muito aquém do que seria indicado pela importância do problema. Mudanças básicas do sistema são pré-requisitos para o manejo florestal, o que vale dizer que, não se deve fomentar a exploração antes de ter efetuar mudanças. Não basta lamentar a dificuldade do problema de taxas de desconto e continuar com os negócios como sempre.

Infelizmente, o Brasil está pouco preparado para enfrentar o aumento muito grande na pressão de exploração madeireira que será o resultado, dentro de poucos anos, do fim do suprimento dos mercados mundiais a partir das florestas asiáticas. Segundo dados da FAO de 1989, a América Latina (inclusive a Amazônia) supre apenas 2% do comércio internacional de madeiras duras (JOHNSON *et al.*, s/d). Os 57% sendo supridos pela Ásia e os 6% supridos pela África, vão acabar levando ao fim as florestas em condições de ser exploradas em grande escala nestes locais, fatalmente aumentando a pressão sobre Amazônia. Isto alteraria totalmente a situação na Amazônia brasileira, hoje protegida pela existência de estoques valiosos nas outras regiões. Mesmo com a exploração atual concentrada em pouquíssimas espécies, o impacto está rapidamente aumentando. Em 1991 as estradas dos madeiros dentro da floresta se uniram de Tucumã até a rodovia Transamazônica -- uma distância de aproximadamente 400 km, com base na extração de uma única espécie (o mogno: *Swietenia macrophylla* King). A exploração madeireira também é uma das atividades que atinge mais diretamente as áreas indígenas.

Avaliação da Floresta

É necessário que a floresta seja mantida pelas razões certas. O fornecimento de mercadorias, tais como madeira, não é a razão principal para se manter a floresta. Muito da correria para aperfeiçoar sistemas de manejo florestal se deve não à preocupação com o suprimento sustentado da matéria prima, mas sim com a manutenção das florestas por outras razões. Isto também se aplica às propostas bastante encorajadoras para manutenção de áreas de floresta sob uso sustentado em reservas extrativistas, com exploração de produtos não madeireiros (FEARNSIDE, 1989; 1992). O desafio imediato é para avaliar os serviços ambientais e outros usos da floresta, cobrar valores monetários correspondentes, e montar as estruturas institucionais para que este valor seja repassado aos que efetivamente mantêm a floresta em pé. Os valores a serem mantidos incluem a diversidade biológica e cultura na floresta, a manutenção do estoque de opções em potencial para uso (o que é diferente do fluxo de renda da venda de produtos, tais como material farmacológico e genético), e a manutenção de parâmetros climáticos globais (tais como os teores atmosféricos de gases provocadores do efeito estufa) e regionais (tais como a evapotranspiração alimentadora do ciclo hidrológico).

Biodiversidade

A Amazônia detém a maior extensão de floresta tropical remanescente no mundo. Sendo que um percentual alto das espécies de vida, em quase todos os grupos taxonômicos, fazem parte da floresta, a perda de floresta implica na perda de espécies. A perda de espécies aumentaria de forma não linear na medida em que o processo de desmatamento se aproxima dos últimos vestígios de floresta, como já é o caso em locais tais como América Central, Madagascar e Índia. A grande área ainda existente na Amazônia faz com que as perdas atuais sejam menores que em outras regiões tropicais, mas torna muito maior o potencial para perdas futuras. Infelizmente, muitos dos tipos de vegetação na Amazônia brasileira ainda não são protegidos. Considerando os 28 tipos de vegetação mapeados na escala de 1:5.000.000 (Brasil, IBDF & IBGE, 1988), e o critério de proteger um exemplar de cada tipo de vegetação existente dentro de cada estado, apenas 37 (33%) dos 111 tipos de vegetação tem algum exemplar sob proteção, deixando 74 (67%) sem proteção (FEARNSIDE & FERRAZ, s/d). A situação é pior justamente nas partes da Amazônia Legal que sofrem mais desmatamento, como no Maranhão, onde 60% da floresta original já foi perdida (FEARNSIDE *et al.*, s/d) e apenas um entre dez tipos de vegetação presentes tem algum exemplar protegido.

Efeito Estufa

O desmatamento na Amazônia brasileira já representa uma contribuição significativa ao efeito estufa. O efeito estufa é o processo que leva ao aumento da temperatura média global, através do aumento dos gases atmosféricos que impedem

a saída do calor para o espaço. Estes gases incluem o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), e o efeito indireto do monóxido de carbono (CO) - todos produzidos pelo desmatamento (FEARNSIDE, 1991). Cálculos do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) indicam que, se continuar as tendências atuais de liberação das gases, o aumento de temperatura no próximo século seria muito acima dos níveis máximos atingidos no último milênio (HOUGHTON *et al.*, 1990). Entre outros impactos, estas mudanças implicariam na morte de centenas de milhões de pessoas em países asiáticos (DAILY & EHRLICH, 1990).

O desmatamento na parte florestada da Amazônia brasileira seguiu um ritmo médio de $22 \times 10^3 \text{ km}^2/\text{ano}$ no período 1978-1988, $19 \times 10^3 \text{ km}^2/\text{ano}$ no período 1988-1989, $13,8 \times 10^3 \text{ km}^2/\text{ano}$ no 1989-1990, e $11,1 \times 10^6 \text{ km}^2$ em 1990-1991 (FEARNSIDE *et al.*, s/d). A biomassa da floresta sendo desmatada, calculada como 382 toneladas/ha de matéria seca (incluindo biomassa morta e abaixo do solo) levando em conta as proporções existentes dos diferentes tipos de vegetação florestal em cada estado e a taxa de desmatamento por estado em 1990, indicam uma liberação de aproximadamente 390×10^6 toneladas anuais de carbono equivalente a carbono de CO₂, considerando a conversão na paisagem em equilíbrio implícito nos padrões atuais na região (FEARNSIDE, 1992a). Isto considera um horizonte de tempo de 20 anos na ponderação dos efeitos dos diferentes gases provocadores do efeito estufa (usando fatores de conversão calculados por SHINE *et al.*, 1990: 60).

A contribuição do desmatamento na Amazônia brasileira à liberação de gases provocadores do efeito estufa representa, aos níveis de 1990, aproximadamente 6% do total, incluindo as fontes de queima de combustíveis fósseis e do desmatamento. Fica claro que apenas a parada ou diminuição do desmatamento não seria o suficiente para resolver o problema global do efeito estufa: não há como escapar da conclusão de que a queima de combustíveis fósseis pelos países desenvolvidos tem que diminuir drasticamente nos próximos anos. No entanto, a diminuição do desmatamento representa uma das maneiras mais baratas, e que isto soma a outras razões indicando a necessidade de diminuir a perda de florestas. O contraste entre os impactos e os benefícios do desmatamento é enorme: o desmatamento na Amazônia brasileira tem aproximadamente oito vezes mais impacto sobre o efeito estufa que a queima de combustíveis fósseis no Brasil, só que os combustíveis fósseis movimentam praticamente todos os transportes e indústrias do País, enquanto o desmatamento apenas deixa vastas áreas de pastagens degradadas.

O efeito estufa tem os seus maiores impactos fora do Brasil, sendo que o aumento da temperatura seria maior na medida em que se aproxima dos polos norte e sul. O extremo sul do Brasil se encontra dentro dos latitudes que sofreriam alguma mudança, e o aumento do nível do mar também afetaria o País, cuja população está concentrada na zona costeira. Em geral, no entanto, os maiores impactos cairiam sobre os países da zona temperada, o que indica que o papel do desmatamento

representa uma oportunidade para negociação com estes países. Outros impactos climáticos, tais como alterações do ciclo hidrológico, no entanto, cairiam diretamente sobre o Brasil. Mesmo se não existisse nenhum impacto do desmatamento sobre o efeito estufa, ou mesmo se fosse benéfica para isto, seria nos melhores interesses do povo brasileiro frear imediatamente o desmatamento.

Ciclo Hidrológico

Várias linhas de evidências indicam que metade das precipitações na Amazônia é derivada da água que recicla pela floresta como evapotranspiração, ao invés do vapor de água em nuvens provenientes do oceano Atlântico (MOLION, 1975; VILLA NOVA *et al.*, 1976; MARQUES *et al.*, 1977; SALATI *et al.*, 1978). Somente quem vê o rio Amazonas durante as enchentes pode apreciar o imenso volume de água envolvido: O que se vê no rio é o mesmo volume que retorna à atmosfera através das folhas da floresta. Que as folhas da floresta estão constantemente liberando água é evidente para qualquer pessoa que tenha amarrado um saco plástico sobre um grupo de folhas, pois em apenas alguns minutos o saco fica coberto com gotas de água por dentro, condensadas a partir da evapotranspiração. Somando as diversas centenas de bilhões de árvores na Amazônia, uma vasta quantidade de água é devolvida para a atmosfera. Já que a evapotranspiração é proporcional a área foliar, a quantidade de água reciclada através da floresta é muito maior do que através da pastagem, especialmente na estação seca, quando a pastagem fica seca e a floresta permanece sempre verde.

Esta diferença é acentuada pelo escoamento muito maior de água sob a pastagem. Quadras de 10 m² para medição de erosão do solo e de escoamento superficial precisam de quatro tambores de 200 litros cada para receber a água quando colocadas em pastagens limpas, enquanto um tambor (e geralmente apenas um balde pequeno) é mais que o suficiente para quadras colocadas na floresta. Aumentos do escoamento de água de uma ordem de grandeza foram detectados perto de Manaus (Amazonas), Altamira (Pará), e Ouro Preto do Oeste (Rondônia) (FEARNSIDE, 1989d). O solo sob pastagem torna-se rapidamente muito compactado, inibindo a infiltração da água de chuva (SCHUBART *et al.*, 1976; DANTAS, 1979). A chuva que cai sobre solos compactados escoam rapidamente, não sendo disponível para posterior liberação na atmosfera através da transpiração.

O dano potencial da diminuição de precipitação para os ecossistemas naturais remanescentes é indicado pelas variações sazonais e espaciais em vapor-de-água encontradas por SALATI *et al.* (1978, 1979). A contribuição relativa da água reciclada para a quantidade de precipitação é maior na estação seca, e aumenta à medida que as distâncias do Oceano Atlântico tornam-se maiores. Isto significa que nos estados ocidentais de Rondônia e do Acre, onde está ocorrendo desmatamento acelerado, a proporção de precipitação derivada da floresta poderia ser muito mais

alta do que a estimativa de aproximadamente 50% para a Amazônia como um todo. A dependência maior na estação seca significa que a conversão em pastagem pode tornar esse período mais longo e severo, uma mudança que pode acabar com a floresta mesmo se a precipitação anual total permanecer a mesma. Muitas árvores da floresta já estão no limite de sua tolerância ao stress hídrico (NEPSTAD *et al.*, 1990). Em trechos de floresta isolados por pastagens perto de Manaus, as árvores nas bordas da floresta morrem a uma taxa bem maior do que na floresta contínua (LOVEJOY *et al.*, 1984). Já que muitas dessas árvores limítrofes morrem “de pé”, ao invés de serem derrubadas pelo vento, as condições secas do ar ou solo perto dos limites da reserva florestal são uma explicação plausível para tal mortalidade. A precipitação na Amazônia é caracterizada por uma tremenda variabilidade de um ano para o outro, mesmo na ausência de desmatamento intensivo (FEARNSIDE, 1984). Se a contribuição para a precipitação durante a estação seca diminuir, o resultado provavelmente será uma seca severa, por exemplo a cada 20 a 50 anos que mataria muitas árvores de espécies suscetíveis. Uma vez que as árvores da floresta amazônica vivem mais de 200 anos, a probabilidade seria bem maior delas ficarem sujeitas a uma seca intolerável em alguma época de suas vidas. O resultado seria a substituição da floresta tropical com formas de vegetação arbustiva mais tolerantes à seca, semelhantes ao cerrado do Brasil Central. Tal mudança ativaria um processo de realimentação positiva que conduziria a florestas menos densas que transpiram menos, aumentando a severidade das secas, e assim causando ainda mais mortalidade de árvores e rarecimento da floresta (FEARNSIDE, 1985; SHUKLA *et al.*, 1990).

Se uma porção substancial da região for convertida em pastagem, as severas secas provocadas pelo desmatamento podem ameaçar os trechos remanescentes de floresta. Na Amazônia atual, as queimadas são quase inteiramente restritas a áreas onde as árvores foram derrubadas e secadas antes de se atear fogo. O fogo para de queimar quando alcança os limites da área desmatada, ao invés de continuar queimando floresta adentro. Esta situação, entretanto, pode mudar. Em áreas de floresta que foram perturbadas pela extração de madeira ao longo da rodovia Belém-Brasília, foi observado que as queimadas de pastagens vizinhas invadiram substancialmente para dentro de áreas florestadas (UHL & BUSCHBACHER, 1985). Durante 1982-1983 (um ano incomumente seco devido ao fenômeno El Niño), aproximadamente 45.000 km² de floresta tropical foram queimados na ilha de Borneo quando o fogo escapou dos campos dos agricultores itinerantes (MALINGREAU *et al.*, 1985). Pelo menos 8.000 km² dos 35.000 km² queimados na região de Kalimantan, na Indonésia, eram de floresta primária, enquanto 12.000 km² eram de floresta onde havia exploração seletiva de madeira (MALINGREAU *et al.*, 1985). A devastação seria catastrófica se queimadas assim ocorressem na Amazônia durante uma estação seca agravada pelo desmatamento.

A água proveniente da evapotranspiração na Amazônia também contribui para as chuvas na parte centro-sul do Brasil, onde a maior parte da agricultura do País está localizada (SALATI & VOSE, 1984). A rotação da terra faz com que os ventos predominantes, ao sul da linha do Equador, curvam da direção leste-oeste para o sul. O transporte de nuvens nesta direção fica evidente nas imagens do satélite meteorológico GOES. Uma simulação feita pelo Instituto de Pesquisas Espaciais Goddard (GISS) em Nova York, indica que a água que começa na Amazônia cai como chuva em todo o Brasil, embora não afete o clima de outros continentes (EAGLESON, 1986)².

Avaliação do Risco com o Desmatamento

A capacidade dos ecossistemas amazônicos depende da escala em que a conversão da floresta acontece. Um hectare de pastagem pode ser mantido, tanto em termos agronômicos como em termos do seu impacto sobre o clima e outros parâmetros, mas se for aumentado em muito chegará ao ponto da “última gota d’água”, quando mais um hectare não pode ser tolerado. Embora ninguém tenha a resposta de quantos hectares podem ser transformados em pastagem, por exemplo, sem ultrapassar a capacidade do sistema em escala macro absorver este efeito, pode-se pelo menos indicar algumas das considerações que teriam que ser levadas em conta ao se fazer este tipo de determinação.

O efeito do acrescentar mais um hectare de pastagem à área já convertida não é exatamente análogo à “última gota d’água”, que produziria um resultado de ou transbordar ou não transbordar. No caso do desmatamento, cada hectare a mais acrescenta a probabilidade de ocorrer certos impactos, alguns deles catastróficos. É preciso, tanto uma avaliação do efeito sobre a probabilidade destas conseqüências, como uma decisão social sobre o valor a ser dado a diferentes níveis de risco de cada tipo de resultado possível.

Existe uma relação inversa entre a severidade de diferentes impactos e a probabilidade máxima que seria aceitável para estes impactos ocorrerem. Um impacto de pouca conseqüência poderia ter até uma probabilidade de 100% de acontecer sem que afetasse a decisão da sociedade, enquanto um impacto grande (a exemplo de um acidente numa usina nuclear) precisa ter uma margem de segurança bastante grande para garantir que isto não vai acontecer. Uma vez que alguns dos impactos de desmatamento são realmente catastróficos, tais como mudanças do regime pluviométrico, que afeta a inflamabilidade da floresta, a probabilidade máxima aceitável da sociedade deveria ser colocada a um nível bem baixo. A sociedade deve ser aversa aos grandes riscos. Uma vez estabelecida a curva e a gravidade de uma mudança provocada pelo desmatamento excessivo, o nível de risco aceitável poderia ser determinado (Fig. 3).

² Adaptado de FEARNSIDE, 1990e.

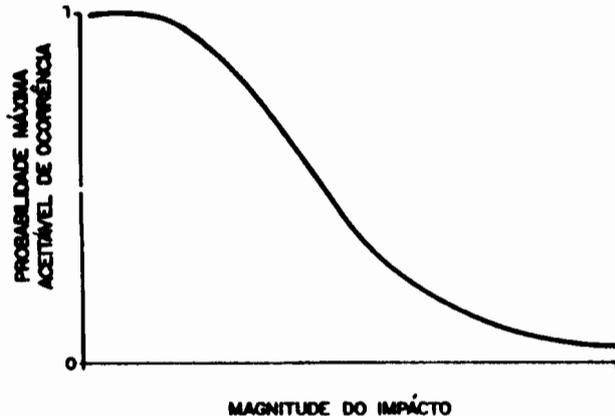


Figura 3. O nível de risco aceitável em relação ao magnitude do impacto. Já que algumas consequências do desmatamento seriam graves, a probabilidade aceitável que estes ocorressem deveria ser baixa. (Fonte: FEARNESIDE, s/d).

Existe também uma relação ainda não muito bem quantificada entre a área desmatada e a probabilidade de provocar mudanças dramáticas. Esta deve ser uma relação positiva, não linear, com maiores percentagens da região desmatada correspondendo a maiores riscos de impactos catastróficos. Provavelmente a curva começaria com pouco aumento, aumentaria rapidamente em alguma faixa intermediária de percentual desmatada, e depois se aproximaria assintoticamente da probabilidade de 100% em situações de desmatamento muito avançado. Utilizando a probabilidade máxima aceitável identificada através da primeira curva, pode-se identificar o percentual correspondente que seria considerado a fração de desmatamento máximo aceitável do ponto de vista deste critério (Fig. 4).

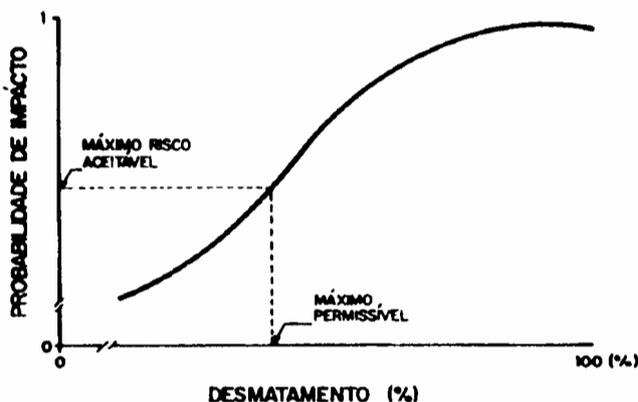


Figura 4. O percentual máximo de desmatamento admissível determinado a partir a probabilidade máxima de um impacto (esta probabilidade sendo determinada pela Figura 3) (Fonte: FEARNESIDE, s/d)

Conclusões

A capacidade dos ecossistemas amazônicos de suprir, de forma sustentável, muitos dos produtos que estão sendo exigidos da região é limitada. No entanto, desde que sejam respeitados os limites dos ecossistemas, os ecossistemas amazônicos podem sustentar uma população local e manter os serviços ambientais. O mais importante é uma clara definição de para que, e para quem, serve a capacidade dos ecossistemas. Isto deve ser para o bem estar dos residentes da região e os seus descendentes. Os objetivos podem ser divididos entre a sustentação de uma população, o suprimento de serviços ambientais, e a geração de retornos financeiros. A região pode sustentar uma população esparsa na zona rural, com um nível de vida digno, mas não pode resolver os problemas do restante do país, pagar a dívida externa, ou fornecer grandes lucros às empresas que exploram os recursos. Os atuais sistemas de aproveitamento estão destruindo a floresta, não são sustentáveis, e não atendem as necessidades da população da região. A pecuária bovina, a colonização agrícola, a exploração madeireira e a fabricação de ferro-gusa e alumínio fornecem exemplos. Mudanças básicas na maneira de se avaliar as opções de desenvolvimento são pré-requisitos para o estabelecimento de sistemas sustentáveis. Os "produtos" mais valiosos que os ecossistemas amazônicos produzem são os serviços ambientais. É preciso montar, com urgência, mecanismos institucionais para compensar as populações que mantêm a floresta, com base no valor destes serviços.

Referências Bibliográficas

- ANDERSON, A.B. (1990) Smokestacks in the rainforest: Industrial development and deforestation in the Amazon Basin. *World Development*, 18(9): 1556-1570.
- BRASIL, ELETRONORTE. (1987) *Contribuição da ELETRONORTE para Atendimento das Necessidades Futuras de Energia Elétrica da Amazônia*. Centrais Elétricas do Norte do Brasil, S.A. (ELETRONORTE), Brasília. Paginação irregular.
- BRASIL, CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S.A. (ELETRONORTE). (1989) Tarifas compoem receita da Eletronorte. *Corrente Contínua*, 7(140): 10-11.
- BRASIL, INSTITUTO BRASILEIRO DO DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF) & INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (1988) Mapa de Vegetação do Brasil. Scale 1:5.000.000. IBDF, Brasília.
- BRASIL, MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. PROJETO RADAMBRASIL. (1973/82) *Levantamento de Recursos Naturais*. Vols. 1-23. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Rio de Janeiro.
- DAILY, G.C. & EHRlich, P.R., (1990) An exploratory model of the impact of rapid climate change on the world food situation. *Proceedings of the Royal Society of London*, B 241: 232-244.
- DANTAS, M. (1979) Pastagens da Amazônia Central: Ecologia e fauna de solo. *Acta Amazonica*, 9(2, suplemento): 1-54.
- EAGLESON, P.S. (1986) The emergence of global-scale hydrology. *Water Resources Research*, 22(9): 6s-14s.
- FAO. (1980) *Report of the Second FAO/UNFPA Expert Consultation on Land Resources for Populations of the Future*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma. 369 p.

- FAO. (1981) *Report on the Agro-Ecological Zones Project, Vol. 3. World Soils Resources Report 48/3*. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Roma. 251 p.
- FAO. (1984) *Land, Food and People*. FAO Economic and Social Development Series No. 30. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma. 96 p. + 4 mapas.
- FEARNSIDE, P.M. (1979) Previsão de produção bovina na rodovia Transamazônica do Brasil. *Acta Amazonica*, 9(4): 689-700.
- FEARNSIDE, P.M. (1980) Os efeitos das pastagens sobre a fertilidade do solo na Amazônia Brasileira: consequências para a sustentabilidade de produção bovina. *Acta Amazonica*, 10(1): 119-132.
- FEARNSIDE, P.M. (1984) 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. (1985) Environmental change and deforestation in the Brazilian Amazon. In: HEMMING, J. (Ed) *Change in the Amazon Basin: Man's Impact on Forests and Rivers*. Manchester University Press, Manchester, Inglaterra: 70-89
- FEARNSIDE, P.M. (1986) *Human Carrying Capacity of the Brazilian Rainforest*. Columbia University Press, New York. 293 pp.
- FEARNSIDE, P.M. (1987a) Distribuição de solos pobres na colonização de Rondônia. *Ciência Hoje*, 6(33): 74-78.
- FEARNSIDE, P.M. (1987b) Rethinking continuous cultivation in Amazonia. *BioScience*, 37(3): 209-214.
- FEARNSIDE, P.M. (1988a) Yurimaguas reply. *BioScience*, 38(8): 525-527.
- FEARNSIDE, P.M. (1988b) Jari at age 19: Lessons for Brazil's silvicultural plans at Carajás. *Interciencia*, 13(1): 12-24; 13(2): 95.
- FEARNSIDE, P.M. (1988c) O carvão do Carajás. *Ciência Hoje*, 8(48): 17-21.
- FEARNSIDE, P.M. (1989a) Projetos de colonização na Amazônia brasileira: objetivos conflitantes e capacidade de suporte humano. *Cadernos de Geociências*, 2: 7-25
- FEARNSIDE, P.M. (1989b) 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.
- FEARNSIDE, P.M. (1989c) Agricultura na Amazônia. Tipos de agricultura: padrão e tendências. *Cadernos NAEA* 10: 197-252. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA), Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém.
- FEARNSIDE, P.M. (1989d) *Ocupação Humana de Rondônia: Impactos, Limites e Planejamento*. Relatórios de Pesquisa No. 5, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasília. 76 p.
- FEARNSIDE, P.M. (1989e) O ferro-gusa do Programa Grande Carajás. Transcrito editado de uma palestra proferida em 11 de abril de 1989 na Mesa Redonda "Programa Grande Carajás: Inquérito Civil", Câmara dos Deputados, Brasília. Instituto Apoio Jurídico Popular-AJUP, Rio de Janeiro. (manuscrito).
- FEARNSIDE, P.M. (1989f) Como frear o desmatamento. *Tempo e Presença*, 11(244/245): 8-12.
- FEARNSIDE, P.M. (1989g) Forest management in Amazonia: The need for new criteria in evaluating development options. *Forest Ecology and Management*, 27: 61-79.
- FEARNSIDE, P.M. (1989h) Manejo florestal na Amazônia: Necessidade de novos critérios na avaliação de opções de desenvolvimento. *Pará Desenvolvimento*, 25: 49-59.
- FEARNSIDE, P.M. (1989i) Extractive reserves in Brazilian Amazonia: An opportunity to maintain tropical rain forest under sustainable use. *BioScience*, 39(6): 387-393.
- FEARNSIDE, P.M. (1990a) Reconsideração do cultivo contínuo na Amazônia. *Revista Brasileira de Biologia*, 50(4): 833-840.

- FEARNSIDE, P.M. (1990b) Comentários sobre o Projeto FLORAM. *Estudos Avançados*, 4(9): 288-289.
- FEARNSIDE, P.M. (1990c) *A Hidrelétrica de Balbina: O Faraonismo Irreversível versus o Meio Ambiente na Amazônia*. Instituto de Antropologia Meio-Ambiente (IAMA), São Paulo. 63 p.
- FEARNSIDE, P.M. (1990d) Human carrying capacity in rainforest areas. *Trends in Ecology and Evolution*, 5(6): 192-196.
- FEARNSIDE, P.M. (1990e) Predominant land uses in the Brazilian Amazon. *In*: ANDERSON, A.B. (Ed) *Alternatives to Deforestation: Towards Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*. Columbia University Press, New York: 235-251.
- FEARNSIDE, P.M. (1991) Greenhouse gas contributions from deforestation in Brazilian Amazonia. *In*: LEVINE, J.S. (Ed) *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic, and Biospheric Implications*. MIT Press, Boston, Massachusetts, E.U.A. p: 92-105.
- FEARNSIDE, P.M. (1992) Reservas extrativistas: uma estratégia de uso sustentado. *Ciência Hoje*, 14(81): 14-18.
- FEARNSIDE, P.M. (1992a) *Greenhouse gas emissions from deforestation in Brazilian Amazon*. Carbon Emissions and Sequestration in Forests: Case Studies from Developing Countries. Vol. 2. LBL-32758, UC-402. Climate Change Division, Environmental Protection Agency, Washington, DC and Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley Laboratory (LBL), University of California (UC), Berkeley, California, EUA. 73 pp.
- FEARNSIDE, P.M. (s/d-a) Critérios para avaliação de impactos ambientais de projetos de desenvolvimento na Amazônia. Trabalho apresentado no "1º Simpósio Nacional de Análise Ambiental", 28-30 May 1990, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, São Paulo. (em preparação).
- FEARNSIDE, P.M. & FERAZ, J. (s/d) Identifying areas of biological importance in Brazilian Amazonia. *In*: PRANCE, G.T.; LOVEJOY, T.E.; RYLANDS, A.B.; SANTOS, A.A. & MILLER, C. (Compiladores) *Priority Areas for Conservation in Amazonian Rainforest*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, E.U.A. (no prelo).
- FEARNSIDE, P.M.; TARDIN, A.T. & MEIRA FILHO, L.G. (s/d) Deforestation rate in Brazilian Amazonia. (em preparação).
- HIGGINS, G.M.; KASSAM, A.H.; NAIKEN, L.; FISCHER, G. & SHAH, M.M. (1982) *Potential Population Supporting Capacities of Lands in the Developing World*. Technical Report of Project INT/75/IP13 'Land Resources for Populations of the Future,' Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Itália. 139 p. + 15 mapas.
- HOUGHTON, J.T.; JENKINS, G.J. & EPHRAUMS, J.J. (Eds) (1990) *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra. 364 p.
- JOHNSON, N.; CABARLE, B. & MEAD, D. (s/d) *Natural Forest Management and the Future of Tropical Forests*. World Resources Institute, Washington, D.C., E.U.A. (no prelo).
- KASHIDA, A.; LOBATO, L.; LINDENMEYER, Z. & FYFE, W.S. (1990) Introduction: Brazil, the sleeping resource giant. *Economic Geology*, 85(5): 899-903.
- LIMA, J. M. G. (1976) *Perfil Analítico dos Fertilizantes Fosfatados*. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Boletim Nº 39. DNPM, Brasília.
- LOVEJOY, T. E.; RANKIN, J.M.; BIERREGARRD JR. R.O.; BROWN JR. K.S.; EMMONS, L.H. & VAN DER VOORT, M.E. (1984) Ecosystem decay of Amazon forest remnants. *In*: NITECKI, M.H. (Ed) *Extinctions*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, E.U.A.: 295-325
- MALINGREAU, J.P.; STEPHENS, G. & FELLOWS, L. (1985) Remote sensing of forest fires: Kalimantan and North Borneo in 1982-83. *Ambio*, 14(6): 314-321.

- MARQUES, J.; SANTOS, J.M.; VILLA NOVA, N.A. & SALATI, E. (1977) Precipitable water and water vapor flux between Belém and Manaus. *Acta Amazonica*, 7(3): 355-362.
- MOLION, L.C.B. (1975) *A Climatologic Study of the Energy and Moisture Fluxes of the Amazonas Basin with Considerations of Deforestation Effects*. Tese de Ph. D., University of Wisconsin, Madison. University Microfilms International, Ann Arbor, Michigan, E.U.A.
- NEPSTAD, D.; UHL, C. & SERRÃO, E.A. (1990) Surmounting barriers to forest regeneration in abandoned, highly degraded pastures: A case study from Paragominas, Pará, Brazil. *In*: ANDERSON, A.B. (Ed) *Alternatives to Deforestation: Towards Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*. Columbia University Press, New York, E.U.A.: 215-229.
- NICHOLAIDES, J.J. III.; BANDY, D.E.; SÁNCHEZ, P.A.; BENITES, J.R.; VILLACHICA, J.H.; COUTU, A.J. & VALVERDE, C.S. (1985) Agricultural alternatives for the Amazon Basin. *BioScience*, 35(5): 279-285.
- PINTO, L.F. (1991) Reunião sobre a CPI do Meio Ambiente, 11/04/91. Depoimento taquigrafado, Assembleia Legislativa do Pará, Belém.
- SALATI, E. & VOSE, P.B. (1984) Amazon Basin: A system in equilibrium. *Science*, 225: 129-138.
- SALATI, E.; MARQUES, J. & MOLION, L.C.B. (1978) Origem e distribuição das chuvas na Amazônia. *Interiência*, 3(4): 200-206.
- SALATI, E.; DALL'OLIO, A.; MATUSI, E. & GAT, J.R. (1979) Recycling of water in the Brazilian Amazon Basin: An isotopic study. *Water Resources Research*, 15: 1250-1258.
- 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.
- SCHUBART, H.O.R.; JUNK, W.J. & PETRERE JR., M. (1976) Sumário de ecologia amazônica. *Ciência e Cultura*, 28(5): 507-509.
- SHINE, K.P.; DERWENT, R.G.; WUEBBLES, D.J. & MORCRETTE, J.-J. (1990) Radiative forcing of climate. *In*: HOUGHTON, J.T.; JENKINS, G.J. & EPHRAUMS, J.J. (Eds) *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 365 p.
- SHUKLA, J.; NOBRE, C. & SELLERS, P. (1990) Amazon deforestation and climate change. *Science*, 247: 1322-1325.
- UHL, C. & BUSCHBACHER, R. (1985) A disturbing synergism between cattle-ranch burning practices and selective tree harvesting in the eastern Amazon. *Biotropica*, 17(4): 265-268.
- VILLA NOVA, N. A.; SALATI, E. & MATUSI, E. (1976) Estimativa da evapotranspiração na Bacia Amazônica. *Acta Amazonica*, 6(2): 215-228.