

A estimativa da capacidade de suporte humano em áreas de floresta

ARTIGO

Philip M. Fearnside*

Resumo

As áreas de floresta tropical estão sendo rapidamente colonizadas como resultado do contínuo crescimento das populações locais, da migração espontânea a partir de áreas não tropicais, e de projetos governamentais de assentamento planejado. Pessoas que detêm o poder de decisão frequentemente encaram a colonização em áreas tropicais como sendo uma solução para os problemas de outras regiões que estão sofrendo crescimento populacional, concentração da posse da terra, degradação ambiental e desalojamento da população por projetos de desenvolvimento. Habitats naturais são substituídos por assentamentos que, muitas vezes, não podem sustentar as densidades populacionais esperadas. Presunções inapropriadas podem levar a estimativas altas demais por várias ordens de grandeza, tais como um cálculo da FAO de que o Brasil poderia sustentar mais do que sete bilhões de pessoas se a Amazônia fosse convertida em agricultura intensiva. Informações não adequadas sobre a capacidade de suporte humano permitem que os planejadores mantenham esperanças pouco realistas.

Abstract

Tropical rainforest areas are rapidly being settled as a result of continued growth of local populations, spontaneous migration from non-rainforest areas and planned settlement projects undertaken by governments. National decision-makers frequently view rainforest settlement as a solution to the problems of other regions undergoing population growth, land tenure concentration, environmental degradation, agricultural mechanization and population displacement by development projects. Natural habitats are replaced by settlements that often cannot support the density of population expected of them. Inappropriate assumptions can lead to estimates that are orders of magnitude too high, such as a FAO calculation that Brazil could support over seven billion people if the Amazonian Region were converted to intensive agriculture. Inadequate information on human carrying capacity allows planners to foster unrealistic expectations.

Introdução

Presunções sobre a capacidade de suporte humano, de áreas, desde

propriedades ou aldeias indígenas até o planeta inteiro, são implícitas em muitas decisões feitas diariamente por governos nacionais e por organismos internacionais. Muitas destas decisões são feitas por omissão, sendo o resultado, muitas vezes, a falta de ação sobre política de população, meio ambiente e desenvolvimento. A idéia dos tomadores de decisões, sobre quantas pessoas podem ser sustentadas em qualquer determinada área está muitas vezes, longe da realidade. Frequentemente, presumem que a capacidade de suporte é muito alta ou até infinita. As decisões raramente têm base sobre qualquer tipo de estimativa numérica, mesmo grosseira, da capacidade de suporte.

Apesar da importância do desenvolvimento de métodos para estimar a capacidade de suporte para planejamento e formulação de política, muito pouco esforço tem sido realizado nesse sentido. No entanto, um corpo crescente de pesquisas tem abordado a questão de como a capacidade de suporte poderia ser melhor estimada para diferentes escalas geográficas. Estes estudos variam desde cálculos simples tipo rascunhado até simulações complexas por computador.

Neste trabalho considero abordagens tais como o uso de equações algébricas para sistemas de agricultura itinerante, o mapeamento da capacidade de suporte para os países em desenvolvimento feito pela Organização de Alimentação e Agricultura da Organização das Nações Unidas (FAO), junto com o Instituto Internacional de Análise Aplicada de Sistemas (IIASA) e o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP), e resultados de si-

Dada à importância e a urgência das decisões hoje feitas sem o benefício de informações confiáveis sobre a capacidade de suporte, um esforço na mesma escala como aquele dedicado à modelagem do clima global seria apropriado. Daniel Jan-

zen tem observado corretamente o quadro atual de destruição ambiental e a miséria humana em áreas tropicais: "um cenário tão péssimo não deve ofuscar o fato óbvio de que existem maneiras de determinar a capacidade de suporte humano

de um habitat, sem uma destruição destetipo na escala nacional ou global. Estes métodos deveriam ter prioridade mais alta na escala nacional ou global. Estes métodos deveriam ter prioridade mais alta na alocação de verbas" (Jazen, 1972: 86). ■

Agradecimentos

Agradeço ao S.V. Wilson, J.M. Robinson, N. Hamada e P.M.L.A. Graça pelos comentários sobre o manuscrito, e ao Elsevier Journals pela permissão de publicar esta tradução (Fearnside, 1990b).

Referências Bibliográficas

- ALLAN, W. Studies in African land usage in Northern Rhodesia. **Rhodes Livingstone Papers**, n. 15. p. 23, 1949.
- _____. **The African Husbandman**. New York: Barnes and Noble, 1965. 505 p.
- CARNEIRO, R. L. Slash-and-burn agriculture: a close look at its implications for settlement patterns. In: WALLACE, F. C., comp. **Men and cultures: selected papers of the Fifth International Congress of Anthropological and Ethnological Sciences**, 1956. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1960.
- CONKLIN, H. C. Population-land balance under systems of tropical forest agriculture. In: PACIFIC SCIENCE CONGRESS, 9, Bangkok, 1957. **Proceedings...** s.l: s.n., 1959. p. 63.
- ENERGY STUDIES UNIT AND RESOURCE USE INSTITUTE. **Carrying Capacity Assessment: A Resource Accounting Methodology for Assessing the Sustainability of National Economies in the Context of Population, Resources, Environment and Development**. Report KEN-13/297.21.02. Energy Studies Unit. Glasgow: Strathclyde University, 1984. 91 p.
- FAECHEM, R. A. clarification of carrying capacity formulae. **Australian Geographical Studies**, n. 11, p. 234-6. 1973.
- FAO. **Report of the Second FAO/UNFPA Expert Consultation on Land Resources for Populations of the Future**. Roma: 1980. 369 p.
- _____. **Report on the Agro-Ecological Zones Project, Vol 3**. World Soils Resources Report 48/3. Roma: 1981. 251 P.
- _____. **Land, Food and People**. Roma: 1984. 96 p., mapas. (FAO Economic and Social Development Series, 30).
- FEARNSIDE, P. M. **A Simulação da Capacidade de Suporte Humano para Populações Agrícolas nos Trópicos Úmidos: Programa de Computador e Documentação**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1979. 546 p.
- _____. **Human Carrying Capacity of the Brazilian Rainforest**. New York: Columbia University Press, 1986a. 293 p.
- _____. Modelagem estocástica na estimativa da capacidade de suporte humano: um instrumento para o planejamento de desenvolvimento na Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 8. p. 1354-65, 1986b.
- _____. Distribuição de solos pobres na colonização de Rondônia. **Ciência Hoje**, v. 6, n. 33, p. 74-8, 1987.
- _____. Causas de desmatamento na Amazônia brasileira. **Pará Desenvolvimento**, Belém, n. 23, p. 24-33, 1988.
- _____. Agricultura na Amazônia. Tipos de Agricultura: Padrão e Tendências. Belém: Universidade Federal do Pará. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, 1989a. 252 p. (Cadernos NAEA, 10).
- _____. Um Modelo Estocástico para a Estimativa da Capacidade de Suporte Humano em parte da Área de Colonização da Rodovia Transamazônica. **Cadernos de Geociências**, n. 3, p. 7-36, 1989b.
- _____. Reconsideração de cultivo contínuo na Amazônia. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 4, p. 833-40, 1990a.
- _____. Estimation of human carrying capacity in rainforest areas. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 5, n. 6, p. 192-6, 1990b.
- _____. **Capacidade de Suporte Humano da Floresta Amazônica**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, s.d. (no prelo).
- HAYDEN, B. The carrying capacity dilemma: an alternative approach. In: SWEDLUND, A. C., ed. **Population Studies in Archaeology and Biological Anthropology: a symposium**. Washington, D. C.: Society for American Archaeology, 1975. p. 11-21 (Memoir, 30).
- HIGGINS, G. M., et al. **Potential Population Supporting Capacities of Lands in the Developing World**. Technical Report of Project INT/75/P13 Land Resources for Populations of the Future. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1982. 139 p., mapas.
- JANZEN, D.H. The uncertain future of the tropics. **Natural History**, n. 81, p. 80-90, 1972.
- _____. Tropical agroecosystems: habitats misunderstood by the temperate zones, mismanaged by the tropics. **Science**, n. 182, p. 1212-9, 1973.
- KINGSLAND, S. The refractory model: the logistic curve and the history of population ecology. **Quarterly Review of Biology**, n. 57, p. 29-52, 1982.
- MALTHUS, T. R. An essay of the principle of population as it affects the future improvement of society. In: KORMONDY, C. D., ed. **Readings in ecology**. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1965. 219 p, p. 62-3. Publicado originalmente em 1798.
- NICHOLAIDES, J. J. III., et al. Agricultural Alternatives for the Amazon Basin. **Bioscience**, v. 35, n. 5, p. 279-85, 1985.
- NYE, P. H., GREENLAND, D. J. **The Soil Under Shifting Cultivation**. Farman Royal, En: Commonwealth Bureau of Soils, 1960. 156 p. (Technical Communication, 51).
- ODUM, E. P. The strategy of ecosystem development. **Science**, n. 164, p. 262-70, 1969.
- SCHACHT, R. M. Two models of population growth. **American Anthropologist**, v. 82, n. 4, p. 782-98, 1980.
- STREET, J. M. An evaluation of the concept of carrying capacity. **Professional Geographer**, n. 21, p. 104-7, 1969.
- VERHULST, P.F. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. In: KORMONDY, E. J., ed. **Readings in Ecology**. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1965. 219 p, p. 64-6. Tradução abreviada, publicada originalmente em 1838, em *Correspondence Mathématique et Physique*, n. 19, p. 113-21.

mulações variando desde um modelo estocástico para assentamento na rodovia Transamazônica no Brasil até estudos de dinâmica de sistemas (SD) de nações ou de outras unidades políticas.

Conceitos diferentes sobre o que se entende por "capacidade de suporte" — presunções diferentes sobre tecnologia, sobre níveis de consumo e sobre outros fatores — afetam bastante os resultados. Uma importante fonte de confusão é o uso do termo "capacidade de suporte" para se referir a (1) população que pode ser sustentada em um dado momento, ou (2) população que pode ser sustentada por prazo indeterminado. O segundo item é o necessário para fins de planejamento.

A história da capacidade de suporte humano

Thomas Malthus, no seu *Ensaio sobre a População* (1798), afirmou de uma forma que durou até hoje a existência de limites sobre o aumento de populações humanas e sobre a extensão dos recursos para sustentar as mesmas. Após poucas décadas, a constatação da existência de um conflito fundamental entre o crescimento populacional e os limites de recursos, contribuiu para revoluções intelectuais tais: como a teoria de Charles Darwin sobre o mecanismo da evolução através da seleção natural e o debate de longa data entre ideologias marxistas e capitalistas.

A idéia de se estimar a capacidade de suporte, ou mesmo de admitir de que a capacidade de suporte é finita, tem sido caluniada por muitas razões ao longo dos últimos dois séculos. A dicotomia de "Marx versus Malthus" tem levado alguns a rejeitar a idéia de capacidade de suporte, com base na crença de que este conceito seja uma ferramenta intencional, para justificar a manutenção de desigualdades sociais e a exploração capitalista. O conceito de capacidade de suporte (*tragfähigkeit*) tornou-se suspeito pelo seu uso antes da II Guerra Mundial nos trabalhos acadêmicos e, retórica política na Alemanha, para justificar agressões internacionais, para capturar mais "espaço vital", e para justificar programas de eugênia e de genocídio. O conceito e capacidade de suporte também tem sido associado com a idéia desacreditada de determinismo ambiental, utilizado por alguns para dar justificativas para culturas de zonas temperadas se autoperceberem como ine-

rentemente superiores às culturas tropicais. Todos estes mal usos do conceito de capacidade de suporte não mudam o fato que os recursos são finitos, e estimativas aproveitáveis da capacidade de suporte são um ponto de partida essencial para formular políticas sobre desenvolvimento e população. As sociedades somente podem ignorar a capacidade de suporte correndo grandes riscos.

A estimativa de capacidade de suporte começou com Verhulst, que, em 1838, derivou a equação logística para descrever o padrão de crescimento sigmoidal apresentado por uma população com recursos limitados. Em baixas densidades, a população cresce de maneira exponencial sem inibições, com taxas de crescimento diminuindo em densidades populacionais altas, na medida em que os recursos se tornam insuficientes para alimentar a continuação do crescimento. Com o tempo, a população se aproxima assintoticamente de um limite superior, conhecido como "K", ou seja, a densidade de saturação ou a capacidade de suporte logística. Verhulst queria que a sua equação logística fosse utilizada para populações humanas, e acreditava que esta equação representava uma "lei" natural subjacente ao crescimento populacional.

A equação logística é baseada em várias presunções que fogem da realidade, mesmo para organismos relativamente simples. O modelo freqüentemente tem sido utilizado de forma pouca crítica, mesmo frente as evidências contrárias — uma conseqüência infeliz da sociologia da ciência (Kingsland, 1982). Mesmo hoje, determinações da capacidade de suporte logística são feitas, as vezes, para populações humanas (e.g. Schacht, 1980).

O "K" na equação logística (ou as suas variantes) provê um valor bem diferente do que se precisa para decisões para planejamento. Sendo o limite superior da curva de crescimento logístico, o K fornece um valor *instantâneo* para a capacidade da população sobreviver e se reproduzir a um dado nível de consumo de recursos. O modelo logístico não considera que a população no K possa modificar a sua base de recursos ao longo do tempo. As discussões sobre a capacidade de suporte logística, especialmente no contexto de populações humanas, muitas vezes presumem que o K é sustentável.

Assim, uma definição básica da capacidade de suporte sustentável, adaptado da definição usado por Allen (1949, 1965) no seu trabalho pioneiro sobre agricultores itinerantes na Zâmbia (então Rodésia do Norte) é: *o número máximo de pessoas que podem ser sustentadas por pra-*

zo indefinido numa área, com uma dada tecnologia e conjunto de hábitos de consumo, sem causar a degradação ambiental. O sistema de produção, nível de afluência, e os padrões que definem a degradação ambiental, afetam fortemente o número de pessoas que podem ser sustentadas.

Muitos debates acadêmicos têm urgado sobre a capacidade suporte. Alguns pesquisadores têm concluído que o conceito da capacidade de suporte como um todo deve ser abandonado (Hayden, 1975) Ao invés da validade das estimativas em si, o assunto chave quase sempre é o uso feito da capacidade de suporte, e, especialmente, a sua utilidade (ou falta de utilidade) como explicação para a evolução cultural (ver a revisão em Fearnside, 1986a, s/d).

Equações para agricultura migratória

Muitos dos trabalhos sobre a capacidade de suporte têm-se concentrado sobre a agricultura migratória, que é a tecnologia agrícola tradicional em áreas de floresta tropical. Agricultores migratórios cortam e queimam a floresta para cultivar durante um curto período (normalmente em torno de dois anos), e então temporariamente "abandonam" o local para permitir que a capoeira cresça durante um período longo de pousio (normalmente pelo menos 20 anos). A qualidade do local degenera durante o período de cultivo e regenera durante o período de pousio, de maneira que os agricultores podem retornar para cortar a capoeira e continuar o ciclo por um prazo indefinido, desde que seja mantido o período suficiente de pousio. Equações têm sido desenvolvidas para calcular a capacidade de suporte humano nestes sistemas, baseadas nos períodos de cultivo e de pousio, produções médias das culturas, e as necessidades para consumo de alimentos (e.g. Allan, 1949; Carneiro, 1960; Conklin, 1959). As diferentes equações são algebricamente equivalentes (Faechem, 1973; Fearnside, 1986a, s/d).

Street (1969) tem identificado muitas limitações graves de estimativas para sistemas de agricultura migratória, tais como a freqüente presunção inerente de que o sistema agrícola da população sob estudo se encontra em equilíbrio. Estas estimativas ainda podem ser úteis, desde

O Estudo Fao/ Unfpa/ Iiasa

que os seus dados de entrada sejam medidos independentemente, por exemplo, pela determinação dos períodos de pouso baseados em estudos de estoques de nutrientes no solo, e as necessidades de área de terra baseado em produções observadas e em exigências nutricionais. Infelizmente, estas determinações independentes raramente são feitas, e os dados para fazê-las são escassos.

A maioria das aplicações das equações de agricultura migratória tem presumido uma produção constante todo ano. Uma exceção importante é a discussão clássica de Allan (1965: 38) do excedente natural da agricultura de subsistência" a partir das áreas tampões plantadas por agricultores de subsistência na Zâmbia como proteção contra a flutuação de produção. A alta variabilidade característica da agricultura reduz a capacidade de suporte, tanto por obrigar o plantio de uma grande área tampão de terra adicional a cada ano quanto pela redução da margem de segurança contra fracassos. Fracassos em alcançar padrões mínimos de consumo podem ocorrer devido ao esgotamento do solo (pelo uso freqüente demais) ou por fatores independentes de densidade (tais como secas), assim como por causas que incluam esses dois elementos.

Na estimativa da capacidade de suporte, freqüentemente ocorre um problema durante a seleção de fatores limitantes apropriados. A maioria das estimativas de capacidade de suporte para agricultura migratória envolve um único fator limitante, normalmente, as calorias. A escolha de calorias é, muitas vezes, infeliz porque populações tropicais normalmente têm mais acesso a boas fontes de calorias provenientes de tubérculos, a do que fontes de proteína de alta qualidade, sobretudo de proteína animal (Beckerman, 1979; Gross, 1975).

A definição de degradação ambiental está estreitamente associada ao problema dos fatores limitantes. Em estudos focalizados sobre um único fator limitante, este problema é muitas vezes contornado simplesmente equacionando a degradação com qualquer coisa que reduza o suprimento do nutriente limitante, e, portanto, a capacidade de suporte. Seria possível fazer um tratamento muito mais flexível se a paisagem fosse vista como um mosaico de diferentes sub-áreas às quais seriam permitidas aplicar diferentes padrões de degradação (Odum, 1969). Restrições podem incluir critérios que não sejam a comida, tais como a exigência de que um percentual estipulado da terra permaneça na forma de floresta.

Um esforço importante para estimar a capacidade de suporte de países em desenvolvimento foi completado em 1982 pela Organização de Alimentação e Agricultura da Organização das Nações Unidas (FAO), em colaboração como o Fundo para Atividades Populacionais da ONU (Unfpa) e o Instituto Internacional para Análise Aplicada de Sistemas (IIASA) (FAO, 1981, 1984); Higgins *et al.*, 1982). Embora os métodos e a interpretação dos resultados possam ser criticado sob muitos aspectos, foi importante o fato do estudo ter sido realizado. O reconhecimento de que a estimativa de capacidade de suporte merece financiamento e um esforço de pesquisa em escala significativa é uma mudança básica em relação ao passado.

Toda a Amazônia brasileira foi mapeada no estudo da FAO/UNFPA/IIASA como sendo capaz de sustentar 0,5-1 pessoa/ha no atual nível tecnológico de insumos baixos, ou 5-10 pessoas/ha com insumos altos (adubos, mecanização, e uma combinação ótima de culturas de sequeira. Estes cálculos levaram à conclusão de que o Brasil poderia sustentar o incrível número de 7,1 bilhões de pessoas se altos níveis de insumos fossem aplicados (Higgins *et al.*, 1982: 104). As estimativas a baixos níveis de insumos tiveram intenção de refletir a combinação atual de culturas cultivadas, porém os resultados sugerem que a base de dados da FAO não reconhece que a pastagem para gado é o uso da terra que predomina na Amazônia brasileira (Fearnside, 1988). As pastagens, que estão se espalhando rapidamente na Amazônia são improdutivas e não sustentáveis (Buschbacher, 1987; Fearnside, 1980., 1989a, Hecht, 1981, Uhl *et al.*, 1988).

Mesmo se a agricultura migratória fosse a tecnologia de escolha, como aparentemente foi presumido no estudo, muitos fatores, inclusive a degradação do solo, limitariam as densidades populacionais a níveis mais baixos (Higgins *et al.*, 1982). A impossibilidade implícita de converter a região em agricultura mecanizada de altos insumos encontraria limitações absolutas de disponibilidade de recursos. A Amazônia praticamente não tem jazidas de fosfato, os custos de transportar este elemento seriam proibitivos e, quando con-

sideramos a vasta extensão da Amazônia, o uso pesado de adubos esgotaria rapidamente os estoques globais de fosfato.

É forte a tentação de ver a Amazônia como um celeiro agrícola em potencial, que ela seria capaz de resolver problemas de população e de distribuição das terras, mas os limites sobre 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 se 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; Nicholaidis *et al.*, 1985). Entretanto, 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, torna improvável a aplicação em larga escala das técnicas intensivas na Amazônia (Fearnside, 1990a).

Um fator que leva o estudo da FAO/UNFPA/IIASA a estimar valores altos para capacidade de suporte na Amazônia é a presunção que a qualidade das terras em áreas não cultivadas é a igual à qualidade das áreas já cultivadas. Embora o estudo informe que "existem evidências de uma produtividade mais alta nas reservas, mas, para efeito de simplificação, presume-se que a produtividade em potencial das terras não utilizadas é a mesma das terras já sob cultivo" (FAO, 1984: 43). Infelizmente, os autores estão seriamente enganados. Como ocorre, em geral, em todo o planeta, as melhores terras são cultivadas primeiro, com a qualidade diminuindo progressivamente em novas áreas de assentamento até que apenas terras bastante marginais permaneçam. No Estado de Rondônia, por exemplo, 42% da terra em projetos de colonização implantados nos anos 1970 foi classificado por um levantamento de solo feito pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) como sendo "boa para agricultura, como insumos baixos ou médios"; para projetos iniciados na primeira metade da década de 1980, apenas 15% das terras poderiam ser assim classificadas, enquanto para áreas de assentamento futuro o solo bom representa minúsculos 0,13% (Fearnside, 1987).

O estudo da FAO/UNFPA/IIASA indica de forma consistente capacidade de suporte mais alta nas áreas tropicais do que em médias altitudes. Isto se deve ao grande peso que os algoritmos de cálculo de

produtividade das culturas dão ao comprimento da época de crescimento e à temperatura média — quanto mais alto, melhor em ambos os casos. No entanto, a distribuição das populações humanas densas no mundo segue um padrão bastante diferente: a maior parte está estabelecida em altitudes e latitudes médias.

Vários fatores contribuem com esse padrão observado, inclusive a distribuição dos solos mais jovens (mais férteis), e as barreiras maiores de doenças humanas em áreas de terras baixas tropicais (e.g. Geertz, 1967). No caso de estudo da FAO/UNFPA/IIASA, o mais importante são as características dos trópicos baixos, que são menos favoráveis à agricultura do que é reconhecido pelos cálculos de produtividade agrícola utilizados no estudo. A variação diurna é importante: enquanto as temperaturas são altas, tanto de dia quanto de noite, as plantas respiram durante à noite consumindo muito do produto da fotossíntese ganho durante o dia, obtendo assim uma produtividade primária líquida menor do que em lugares onde as noites são frias, como nas altitudes médias nos trópicos (Janzen, 1973).

A sazonalidade também é importante: o calor ao longo do ano inteiro permite um aumento contínuo nas populações dos organismos causadores de doenças de plantas, das ervas daninhas e de insetos pragas. Nenhum inverno, com queda de neve, ou época seca forte fornece ao agricultor um controle gratuito das pragas (Janzen, 1973). Temperaturas mais elevadas também provocam mais rapidamente a degradação da matéria orgânica no solo, que desloca para um nível mais baixo o equilíbrio entre o acúmulo e o degradação, reduzindo a fertilidade de qualquer tipo de solo (Nye & Greenland, 1960). Por todas estas razões, uma estação de crescimento que abrange o ano todo não é a vantagem sem ressalvas implícita nos cálculos do FAO/UNFPA/IIASA.

As recomendações implícitas do grupo de que os países em desenvolvimento deveriam fomentar a migração para as terras baixas tropicais a partir de áreas mais densamente povoadas em altitudes e/ou atitudes maiores (e.g. FAO, 1984: 21) provavelmente resultaria em uma catástrofe ambiental, como já aconteceu em países tais como o Brasil, Colômbia, Equador, Bolívia e Indonésia. A sugestão de que pequenas propriedades "fragmentadas" precisam ser agrupadas em propriedades maiores "consolidadas" como parte da transição para uma agricultura de altos insumos (FAO, 1981: 16) traria graves transtornos para a função social de mui-

tos programas de assentamento nos trópicos. O caso do Brasil, grandes propriedades (>500 ha) são geralmente menos produtivas porque os seus donos praticam a pecuária ao invés da produção de culturas. O número de pessoas sustentáveis por unidade de área é muito menor quando uma grande parte da terra pertence a poucos proprietários. As conclusões do estudo sobrestimam a capacidade de suporte humano por não levar em conta a desigualdade de distribuição do alimento produzido: mesmo que uma produção média possa corresponder a uma dieta aceitável, boa parte da população pode estar abaixo dos padrões mínimos.

O modelo KPROG2 para a Amazônia

Um modelo, chamado KPROG2, tem sido desenvolvido para estimar a capacidade de suporte humano na área de colonização da rodovia Transamazônica (Fearnside, 1979, 1986a, b, 1989b, s/d). O modelo tenta evitar as presunções que tem causado problemas constantes, com outros métodos, por exemplo, as equações de agricultura migratória. O KPROG2 é estocástico, com as distribuições de probabilidade para muitos dos seus parâmetros de entrada, incluídas nos cálculos. Os dados de entrada têm base nas mensurações de campo de fertilidade do solo, erosão, produção das culturas, qualidade da queimada e outros fatores. Estes dados de entrada são independentes das presunções sobre outros aspectos do comportamento dos colonos, evitando assim a circularidade inerente em muitos estudos de agricultura migratória. O modelo tem intenção de se permitir testes de efeitos de variabilidade sobre a capacidade de suporte.

No estudo da Transamazônica, a capacidade de suporte sustentável é definida operacionalmente em termos de um gradiente de probabilidade de fracasso (Fig. 1). Uma taxa de fracasso é a proporção dos colonos (agricultores assentados em áreas de colonização dirigido pelo governo) que não conseguem atingir padrões mínimos de consumo. As taxas são aquelas observadas ao longo de um período extenso durante o qual a proporção dos fracassos permanece estável. A probabilidade de fracasso aumenta com a densidade humana ao longo de uma fai-

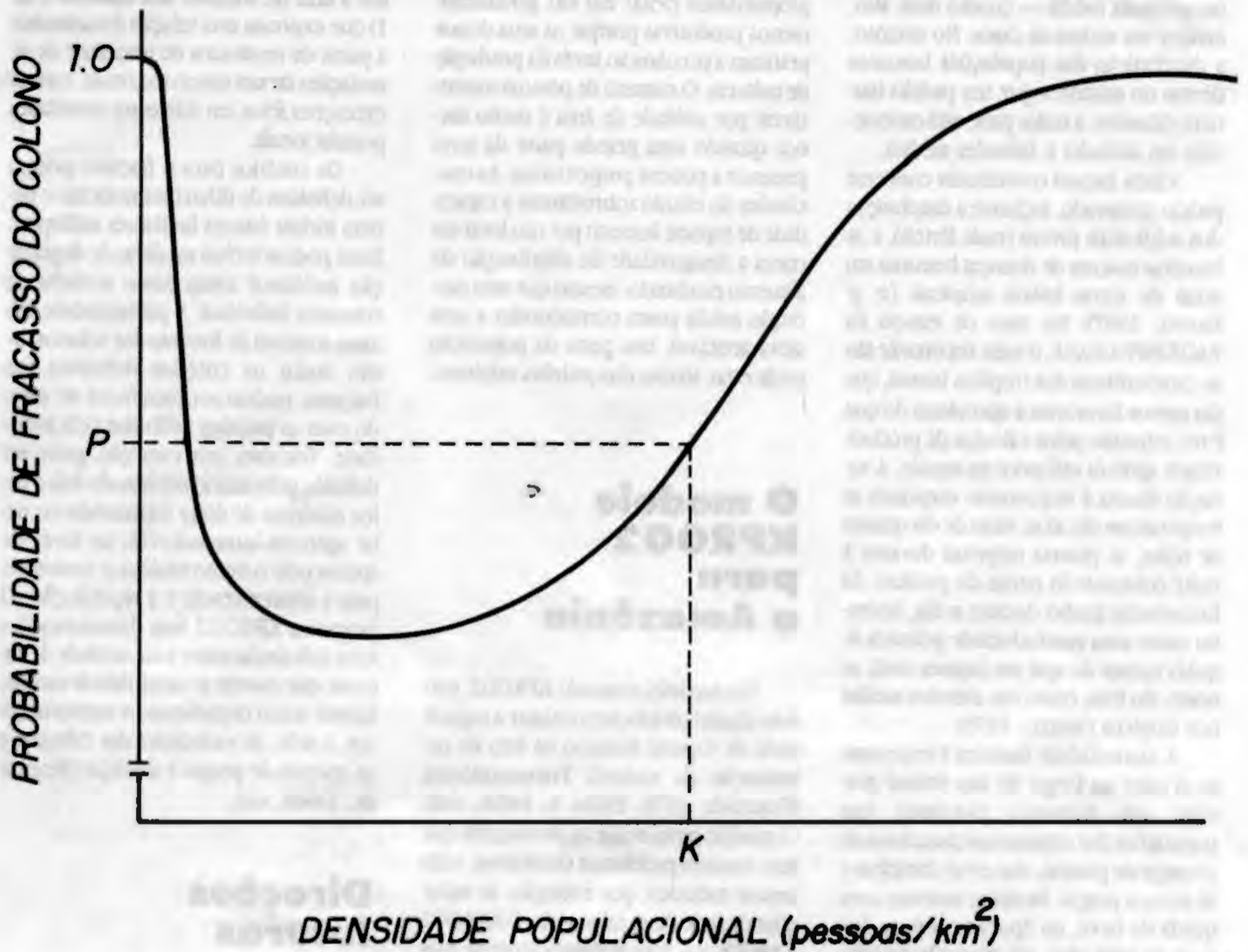
xa de possíveis densidades populacionais. O perfil da densidade populacional versus a taxa de fracasso dos colonos (Fig. 1) que expressa esta relação é construída a partir de resultados de uma série de simulações de um sistema agrícola, com as execuções feitas em diferentes densidades populacionais.

Os critérios para o fracasso podem ser definidos de diferentes maneiras e podem incluir fatores limitantes múltiplos. Estes podem incluir medidas de degradação ambiental assim como medidas de consumo individual. A probabilidade máxima aceitável de fracasso dos colonos, assim como os critérios definindo um fracasso, podem ser escolhidos de acordo com os padrões definidos pela sociedade. Fracasso, por exemplo, pode ser definido pelo salário mínimo do País e pelos mínimos de dieta recomendados pelas agências internacionais, ao invés de apenas pelo mínimo biológico necessário para a sobrevivência e a reprodução. O programa KPROG2 tem demonstrado a forte influência sobre a capacidade de suporte que exerce a variabilidade em tais fatores como os parâmetros meteorológicos, o solo, as variedades das culturas, e os ataques de pragas e doenças (Fearnside, 1986a, s/d).

Direções futuras

O papel crítico da variabilidade nos sistemas agrícolas, tais como aqueles dos colonos amazônicos, demonstra que os tomadores de decisão deveriam considerar a variação, assim como, a média de muitos variáveis. A complexidade relativamente alta de modelos que incluem a variabilidade faz como que estes estudos exijam grandes quantidades de dados, especialmente na medida em que a superfície sob estudo aumenta. O KPROG2, por exemplo, exige tantos dados que seria impraticável em áreas geográficas grandes.

Tantos modelos altamente detalhados, como modelos mais simples são necessários. Os modelos mais detalhados servem como uma forma adicional de testar a validade dos modelos mais simples. Discrepâncias entre os resultados para a Amazônia a partir do estudo da FAO/UNFPA/IIASA e aqueles obtidos do KPROG2 oferecem um exemplo. O estudo da FAO/UNFPA/IIASA indica que praticamente toda a Amazônia brasileira é capaz de sustentar 0,51 pessoas/ha com a tecnologia atual, enquanto o KPROG2 indica que, numa área de estudo de



Capacidade de suporte, determinada a partir de um gradiente de probabilidade de fracasso do colono com a densidade populacional humana. Observa que esta curva hipotética aumenta às densidades baixas devido à falta de infra-estrutura e outros benefícios da sociedade. A capacidade de suporte (K) corresponde ao ponto onde o aumento dependente da densidade, da probabilidade de fracasso, resulta em taxas de fracasso em excesso da probabilidade máxima aceitável de fracasso do colono (P). (Redesenhado de Fearnside, 1986a).

23.600 ha (onde a maioria dos solos são típicos da região, sendo que alguns são melhores que a média), no máximo 0,24 pessoas/ha (e possivelmente muito menos) poderiam ser sustentados.

Muito mais esforço é necessário para desenvolver modelos que sejam completos o suficiente para incluir elementos-chaves dos sistemas reais, e também simples o suficiente para serem práticos para a aplicação em áreas mais abrangentes. Sendo que muitas decisões sobre política de desenvolvimento são feitas nos níveis estaduais e nacionais, estudos devem ser capazes de fornecer respostas nestas escalas. Isto não pode ser feito através da técnica de calcular "médias para a paisagem" (landscape averaging), mas sim pelo interfaciamento de submodelos ao nível de regiões menores. Modelos agrícolas precisam ser ligados com modelos que tratam de recursos renováveis e não renováveis, desenvolvimento industrial e comércio internacional. Um começo nesta

direção tem sido feito pela Universidade de Strathclyde, Glasgow, Escócia, em desenvolver um modelo de dinâmica de sistemas para o Quênia, que considera a energia, indústria e outros setores, além da base de dados agrícolas da FAO/UNFPA/IIASA (Energy Studies Unit and Resources Use Institute, 1984). O grupo de pesquisa mudou-se para a Universidade de Edinburgh, onde está em andamento o desenvolvimento de um modelo sobre a capacidade de suporte para Tailândia.

Muito mais coleta de dados e observação dos processos sistêmicos são necessários: modelagem, mesmo em grande escala, não pode substituir pelas informações partindo do campo. A modelagem pode ajudar a identificar os tipos de dados que levariam a melhor confiabilidade nas estimativas de capacidade de suporte. Tanto a modelagem quanto a coleta de dados devem proceder simultaneamente, sendo necessário um esforço coordenado.