

The text that follows is a REPRINT
O texto que segue é uma SEPARATA

Please cite as:

Favor citar como:

Fearnside, P.M. 2022. Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e consequências. p. 7-19. In: Fearnside, P.M. (ed.) *Destruição e Conservação da Floresta Amazônica*. Editora do INPA, Manaus, Amazonas. 356 p.

ISBN: 978-85-211-0193-2.

Copyright: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

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

<https://bit.ly/3Bw8lnU>

<http://philip.inpa.gov.br>

Esta é uma tradução de:

Fearnside, P.M. 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates and Consequences. *Conservation Biology* 19(3): 680-688.

<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>

CAPÍTULO 1

Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e consequências

Philip M. Fearnside

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).
Av. André Araújo, 2936, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69.067-375.
E-mail: pmfearn@inpa.gov.br

Tradução de:

Fearnside, P.M. 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates and consequences. *Conservation Biology* 19(3): 680-688. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>

Tradução original:

Fearnside, P.M. 2005. Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e consequências. *Megadiversidade* 1(4): 113-123. http://www.conservation.org.br/publicacoes/megadiversidade/16_Fearnside.pdf

RESUMO

A floresta amazônica brasileira permaneceu completamente intacta até o início da era “moderna” do desmatamento, com a inauguração da rodovia Transamazônica, em 1970. Os índices de desmatamento na Amazônia vêm aumentando desde 1991 com o processo de desmatamento num ritmo variável, mas rápido. Embora a floresta amazônica seja desmatada por inúmeras razões, a criação de gado ainda é a causa predominante. As fazendas de médio e grande porte são responsáveis por cerca de 70% das atividades de desmatamento. O comércio da carne bovina é apenas uma das fontes de renda que faz com que o desmatamento seja lucrativo. A degradação da floresta resulta do corte seletivo, dos incêndios (facilitados pelo corte seletivo) e dos efeitos da fragmentação e da formação de borda. A degradação contribui para a perda da floresta. Os impactos do desmatamento incluem a perda de biodiversidade, a redução da ciclagem da água (e da precipitação) e contribuições para o aquecimento global. As estratégias para desacelerar o desmatamento incluem a repressão através de procedimentos de licenciamento, monitoramento e multas. O rigor das penalidades deve ser suficiente para impedir os desmatamentos ilegais, mas não tão grande que as impeçam de ser executadas. Uma reforma política também é necessária para discutir as causas primordiais do desmatamento, incluindo o papel do desmatamento no estabelecimento da posse da terra.

INTRODUÇÃO

A ocupação intensa da Amazônia começou no início da década de 1970. Embora áreas extensas ainda permaneçam intactas, a taxa de perda da floresta é dramática, em especial no “arco do desmatamento”, ao longo das bordas sul e leste. A perda da biodiversidade e os impactos climáticos são as maiores preocupações. A vastidão das florestas remanescentes significa que os impactos potenciais do desmatamento de forma continuada são muito mais importantes que os já severos impactos que ocorreram até hoje.

O combate ao desmatamento no Brasil é uma prioridade para o governo e para as organizações internacionais. O monitoramento e a repressão são, atualmente, as estratégias principais. Uma fiscalização efetiva e a arrecadação de multas daqueles que não possuem autorização do Ibama, contudo, devem ser acompanhadas pela compreensão necessária dos aspectos sociais, econômicos e políticos para se tratar o problema por meio de mudanças na política.

A EXTENSÃO E O ÍNDICE DE DESMATAMENTO

Em 2003, a área de floresta desmatada na Amazônia brasileira alcançou $648,5 \times 10^3$ km² (16,2% dos 4×10^6 km² da floresta original da Amazônia Legal, que é de 5×10^6 km²), incluindo, aproximadamente, 100×10^3 km² de desmatamento “antigo” (pré-1970) no Pará e no Maranhão (Figura 1; Brasil, INPE, 2018). O índice atual e a extensão cumulativa do desmatamento abrangem áreas enormes. A extensão original da floresta amazônica brasileira era, aproximadamente, equivalente à área da Europa Oriental. O índice é frequentemente discutido no Brasil em termos de “Bélgicas” já que a perda anual equivale à área desse país ($30,5 \times 10^3$ km²), enquanto que a soma cumulativa é comparada à França ($547,0 \times 10^3$ km²). A presença europeia, por quase cinco séculos, antes de 1970, desmatou uma área ligeiramente maior que Portugal. Os valores atuais do desmatamento podem ser obtidos no website do INPE (<http://www.inpe.br>). As explicações oficiais, assim como os motivos pelos quais os índices do desmatamento flutuam (decretos influenciando os incentivos e programas para fiscalização e arrecadação de multas), no entanto, são provavelmente incorretas, como explico aqui. Além disso, uma variedade de questões técnicas sobre as próprias estatísticas permanece em aberto (Fearnside & Barbosa, 2004).

CAUSAS DO DESMATAMENTO

Na Amazônia brasileira, o peso relativo dos pequenos fazendeiros versus grandes

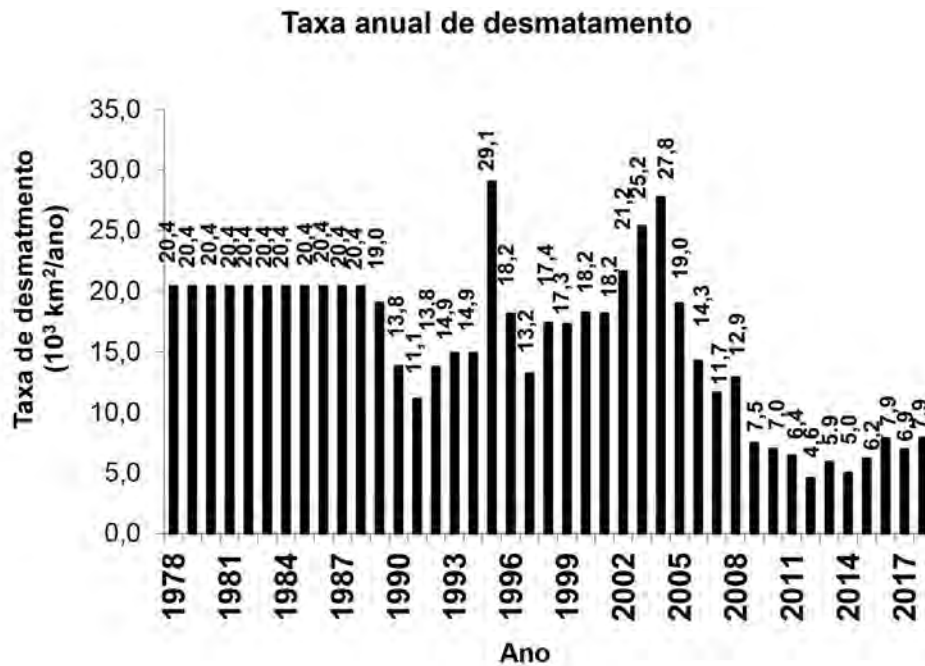


FIGURA 1. Desmatamento na Amazônia brasileira. Para o desmatamento acumulado, a parte preta de cada barra representa o desmatamento anterior a 1970. Dados do INPE (2018), exceto o ano de 1978 (Fearnside, 1993b).

latifundiários altera-se continuamente devido às pressões econômicas e demográficas. Os grandes latifundiários são mais sensíveis às mudanças econômicas, tais como as taxas de juros e outros investimentos, subsídios governamentais para o crédito agrícola, índice de inflação e preço da terra.

Os incentivos fiscais foram um forte condutor do desmatamento nas décadas de 1970 e 1980 (Mahar, 1979). Embora um decreto em 1991 tenha suspenso novos incentivos, os antigos continuam, ao contrário da impressão sustentada por afirmações de autoridades do governo de que tudo acabou. Outros incentivos, como o crédito subsidiado pelo governo com taxas bem abaixo da inflação, tornaram-se muito mais escassos depois de 1984.

Antes do Plano Real, em 1994, a hiperinflação dominou a economia do Brasil durante décadas. A terra era muito valorizada e os preços atingiam níveis mais altos do que poderiam ser justificados como um insumo para a produção agropecuária. A retirada das florestas possibilitava reivindicações pela terra e o desmatamento para a formação de pastagens era o mais barato e mais efetivo nesse sentido, embora seja questionável até onde essa atividade era usada como

especulação de terra (Hecht et al., 1988; Faminow, 1998; Fearnside, 1987, 2002b). A especulação de terra foi importante até por volta de 1987, quando houve um aumento subsequente do lucro da pastagem a partir da produção de carne bovina (Mattos & Uhl, 1994; Margulis, 2003).

A recessão econômica brasileira é a melhor explicação para a queda nos índices do desmatamento de 1987 até 1991. Os fazendeiros não tinham capacidade de expandir suas áreas desmatadas tão rapidamente e o governo não tinha recursos para a construção de rodovias e para projetos de assentamento. O impacto das medidas de repressão (p. ex., patrulhamento com helicópteros, confisco de motosserras, multas) foi, provavelmente, menor. A mudança política sobre os incentivos fiscais também foi ineficaz. O decreto suspendendo os incentivos (nº 153) começou a vigorar em 25 de junho de 1991 – subsequente à maior queda observada no desmatamento (Figura 1). Mesmo naquele último ano (1991), o efeito teria sido mínimo, porque o mês de agosto foi a data média das imagens do satélite Landsat para o conjunto de dados de 1991. Em seu ponto mais baixo, em 1991, muitos fazendeiros foram impossibilitados de usar seus recursos para investir em desmatamento porque o então

presidente, Fernando Collor de Melo, havia confiscado as contas bancárias em março de 1990, com o dinheiro sendo posteriormente liberado em pequenas prestações.

O pico de 1995 foi, provavelmente, um reflexo da recuperação econômica do Plano Real. As reformas aumentaram a disponibilidade de capital e as eleições municipais, em 1994, resultaram no aumento do crédito agrícola. Esse aumento de capital para os fazendeiros foi muito mais efetivo em incentivar o desmatamento do que as mudanças econômicas que influenciaram o valor dos bens duráveis, como a terra. A queda posterior nos índices de desmatamento, em 1996 e 1997, foi uma consequência lógica do Plano Real ter cortado, de forma brusca, o índice da inflação. Os preços da terra atingiram o pico em 1995 e caíram quase 50% no final de 1997. Esses preços em queda fizeram da especulação um negócio não atrativo. Em seguida, os índices de desmatamento subiram para 17-18 $\times 10^3$ km² por ano, permaneceram constantes pelos quatro anos seguintes, e deram um salto, em 2002, para um novo patamar de 23 $\times 10^3$ km² por ano (Figura 1).

A associação das maiores variações na taxa de desmatamento com os fatores macroeconômicos, tais como a disponibilidade de capital e o índice de inflação, é uma indicação de que a maior parte desse desmatamento é realizado mais por aqueles que investem em fazendas médias e grandes de criação de gado, que por pequenos fazendeiros que usam a força de trabalho familiar. O papel predominante dos latifundiários é comprovado pela localização das áreas desmatadas. O Estado do Mato Grosso, sozinho, contabilizou 26% do total de 11,1 $\times 10^3$ km² de área desmatada, em 1991, e tinha a maior porcentagem de suas terras privadas em fazendas iguais ou maiores que 1.000 hectares (84% na época do censo agrícola de 1985). Por outro lado, o Estado de Rondônia – famoso por seu desmatamento pelos pequenos fazendeiros – representava apenas 10% do total de 1991, e o estado do Acre, apenas 3%. O aumento para um índice de 23 $\times 10^3$ km²/ano, em 2002, mesmo com a economia interna sem vitalidade, pode ser parcialmente atribuído a um aumento da globalização das forças

de desmatamento, com um marcante crescimento do mercado internacional de soja e, em especial, de carne bovina. Anteriormente, a carne bovina restringia-se ao mercado nacional devido à febre aftosa (Alencar *et al.*, 2004; Kaimowitz *et al.*, 2004).

Conhecer os responsáveis pelo desmatamento é vital para qualquer programa que busca sua redução. Os levantamentos realizados em 1998, no arco do desmatamento, que se estende de Paragominas até Rio Branco, encontraram apenas 25% das áreas desmatadas em propriedades iguais ou menores a 100 hectares (Nepstad *et al.*, 1999a). O custo social da redução considerável dos índices de desmatamento seria, portanto, muito menor do que é sugerido em pronunciamentos frequentes, que culpam a pobreza pelos problemas ambientais na região. Assim, estratégias como as que promovem agroflorestas entre os pequenos fazendeiros são provavelmente ineficazes quando, na verdade, os pecuaristas latifundiários são os principais vilões. O dinheiro do tráfico de drogas, da corrupção e de muitas outras fontes ilegais pode ser lavado com investimentos em iniciativas de lucro questionável, tais como dragas de mineração de ouro e fazendas de criação de gado falidas. O rápido aumento do tráfico de drogas na Amazônia, provavelmente, agravará tal tendência.

Atualmente, o avanço das plantações de soja na região apresenta-se como a maior ameaça, com seu estímulo para o investimento maciço do governo em infraestrutura, como hidrovias, ferrovias e rodovias. O desenvolvimento da infraestrutura desata uma cadeia traiçoeira de investimento e exploração que pode destruir mais florestas do que as próprias plantações (Fearnside, 2001c). As estradas para retirada de madeira, especialmente para extração de mogno, precedem e acompanham as rodovias, tornando as fronteiras acessíveis para o investimento dos lucros do comércio da madeira em plantações de soja e fazendas para a criação de gado. A extração da madeira aumenta a inflamabilidade da floresta, levando às queimadas do sub-bosque que colocam em movimento um ciclo vicioso de mortalidade de árvores, aumento da carga de combustível, reentrada

do fogo e, por fim, destruição total da floresta. O que começou como um desmatamento não detectado conduz a um estrago detectável como desmatamento nas imagens de satélite Landsat (Cochrane *et al.*, 1999; Nepstad *et al.*, 1999b).

A infraestrutura de transporte acelera a migração para áreas remotas e aumenta o desmatamento de propriedades já estabelecidas. O programa Avança Brasil, um pacote de desenvolvimento para o período de 2000-2007, incluiu US\$ 20 bilhões para infraestrutura na região da Amazônia (Laurance *et al.*, 2001; Nepstad *et al.*, 2001; Fearnside, 2002a), a maioria voltada à necessidade de transporte de soja. As rodovias estão em péssimas condições, particularmente, a BR-163 (Santarém-Cuiabá) e a BR-319 (Manaus-Porto Velho), que possibilitam o acesso a grandes blocos de floresta pouco alterada. O seu sucessor, o Plano Plurianual (PPA) para 2004-2007, é praticamente idêntico ao Avança Brasil.

O PAPEL DO CORTE SELETIVO E DO FOGO NA PERDA DA FLORESTA

O corte seletivo aumenta consideravelmente a vulnerabilidade da floresta ao fogo. Quando o fogo entra na floresta, ele mata as árvores, aumenta a carga de combustível e seca o sub-bosque, elevando o risco de futuras queimadas e da completa degradação da floresta. O impacto do corte de espécies de baixa densidade e comercialmente valiosas é, frequentemente, subestimado. O processo de corte seletivo resulta em um prejuízo de quase duas vezes o volume de árvores que estão sendo removidas (Veríssimo *et al.*, 1992). Devido ao fato de muitas árvores menores serem mortas, o efeito sobre os indivíduos é ainda maior. Próximo à Paragominas, no Pará, para cada árvore retirada, 27 outras árvores foram mortas ou severamente prejudicadas (Veríssimo *et al.*, 1992). As aberturas no dossel permitem ao sol e ao vento atingirem o solo da floresta, resultando em microclimas mais secos. O número de dias sem chuvas necessários para o sub-bosque atingir condições inflamáveis é muito menor em uma floresta afetada pelo corte seletivo do

que em uma floresta não explorada (Nepstad *et al.*, 2004).

Nas florestas da Amazônia, o fogo se espalha como uma linha de chamas de movimento lento no sub-bosque. As bases de muitas árvores são queimadas à medida que o fogo se prolonga. As árvores da floresta amazônica não são adaptadas ao fogo e a mortalidade a partir de uma primeira queimada fornece o combustível e a aridez necessários para fazer as queimadas subsequentes muito mais desastrosas. A temperatura alcançada e a altura das chamas na segunda queimada são, significativamente, maiores que na primeira, matando muitas outras árvores (Cochrane, 2003). Depois de várias queimadas, a área fica devastada a ponto de aparecer como desmatamento nas imagens de satélite Landsat (Cochrane *et al.*, 1999; Nepstad *et al.*, 1999b).

Durante o fenômeno El Niño, em 1997-1998, o grande incêndio de Roraima queimou entre 11.394 e 13.928 km² de floresta primária intacta (Barbosa & Fearnside, 1999), e as queimadas no arco do desmatamento totalizaram mais 15 × 10³ km² (Nepstad *et al.*, 1999b; Cochrane, 2003). Uma queimada significativa também ocorreu em áreas de corte seletivo próximo à Tailândia, no sul do Pará e em floresta no estado do Amazonas. No sul do Pará, os danos do El Niño são maiores devido a uma combinação de fatores: uma estação seca mais duradoura que em outras partes da Amazônia, a concentração da atividade de corte seletivo e a concentração de desmatamento e queimada associada para favorecer a agricultura e a criação de gado.

OS IMPACTOS DO DESMATAMENTO

Perda de produtividade

A erosão e a compactação do solo e a exaustão dos nutrientes estão entre os impactos mais óbvios do desmatamento. A produtividade agrícola cai na medida em que a qualidade do solo piora, embora um patamar mais baixo de produtividade possa ser mantido por sistemas tais como a alternância de cultivo. A adição contínua de cal, adubo e nutrientes pode conter a degradação, mas as

limitações de recursos físicos e econômicos tornam o uso desses produtos inviáveis para grandes áreas longe dos mercados urbanos (Fearnside, 1997d). O desmatamento acaba com as opções de manejo florestal sustentável tanto para os recursos madeireiros quanto para os farmacológicos e os genéticos.

Mudanças no regime hidrológico

As funções da bacia hidrográfica são perdidas quando a floresta é convertida para usos tais como as pastagens. A precipitação nas áreas desmatadas escoar rapidamente, formando as cheias, seguidas por períodos de grande redução ou interrupção do fluxo dos cursos d'água. Os padrões regulares das cheias são importantes para o funcionamento do ecossistema natural do rio e próximo a ele, assim como para a agricultura de várzea.

Acredita-se agora que a porcentagem de água reciclada dentro da bacia Amazônica esteja entre 20 e 30% (Lean *et al.*, 1996), e não mais a tradicional estimativa de 50% (Salati & Vose, 1984). Embora haja indicação que o impacto hidrológico do desmatamento seria menor que o imaginado, na realidade, o oposto é verdadeiro. O escoamento através do rio Amazonas de quase 50% da chuva que cai na bacia implica que os outros 50% sejam reciclados, supondo que o vapor de água permaneça dentro da bacia. Na realidade, parte do vapor de água escapa para o Pacífico, especialmente na ponta noroeste da bacia, na Colômbia. Mais importante que isso, uma quantia considerável é transportada para o sul e centro-sul do Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina, e parte continua pelo do Atlântico em direção ao sul da África. Isso confere ao desmatamento Amazônico um grau de impacto que não é considerado em nível político (Fearnside, 2004). As cidades do Rio de Janeiro e São Paulo ficaram sujeitas a repetidos apagões e racionamentos de energia em 2001 como resultado dos baixos níveis de água nos reservatórios hidrelétricos fora da região amazônica.

A umidade chega à região centro-sul do Brasil por correntes de ar (jatos de nível baixo) procedentes da Bolívia e da parte ocidental da Amazônia brasileira (oeste

de Rondônia, Acre e oeste do Amazonas). O suprimento de vapor de água para a região centro-sul tem diferentes magnitudes e importância diferenciada dependendo da estação. Durante o período de transição da estação seca para a chuvosa (setembro-outubro) no sudoeste da Amazônia, o fornecimento de vapor de água é particularmente importante para evitar o prolongamento da estação seca em São Paulo (a região agrícola mais produtiva do Brasil). A capacidade de geração hidrelétrica, por outro lado, é particularmente dependente da chuva no verão austral (dezembro), correspondendo à estação chuvosa no sudoeste da Amazônia, quando a diferença entre o comportamento hidrológico das áreas de floresta e das áreas desmatadas é mínima. De acordo com as estimativas preliminares de Pedro Silva Dias (comunicação pessoal), da Universidade de São Paulo, aproximadamente 70% da precipitação do estado de São Paulo vem do vapor de água da Amazônia durante esse período.

Além da manutenção da precipitação na extensa bacia e do transporte de água de longo alcance, o desmatamento também produz efeitos em escala média. Observações recentes de um pequeno aumento (aproximadamente 5%) a ocorrência de chuvas na área Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências severamente desmatada de Ji-Paraná, em Rondônia, juntamente com os dados de imagens de satélite que mostram a formação de nuvens preferencialmente sobre áreas desmatadas tão pequenas quanto 5 km de diâmetro, confirmam os resultados teóricos preliminares sobre os efeitos em média escala do desmatamento.

O potencial do desmatamento em aumentar a precipitação local ao criar correntes de ar ascendentes convectivas que provocam a formação de nuvens pode levar um leigo a concluir que o desmatamento não é tão ruim. Poderia se ter uma melhoria temporária e ilusória à medida que o desmatamento avança, seguida por uma íngreme queda na precipitação quando o desmatamento passa de certo limiar. Além disso, o aumento da precipitação sobre uma área desmatada significa que a chuva foi tirada de algum outro lugar. Isso inclui tanto os distantes destinos do

transporte do vapor de água quanto as bordas florestais próximas. As bordas da floresta sofreriam porque as células convectivas formadas sobre as áreas desmatadas levariam o ar úmido para cima, induziriam a chuva, e criariam uma descida de ar sobre as redondezas da floresta, trazendo o ar seco para baixo, o que inibiria a ocorrência de chuva e secaria a floresta próxima às bordas da área desmatada (talvez numa faixa aproximada de 20km, sob a condição de que ventos prevalentes não estejam soprando). Essa seca das bordas adiciona um fator de retroalimentação que reforça a degradação das bordas da floresta, por meio do estresse de fogo e água.

PERDA DE BIODIVERSIDADE

A manutenção da biodiversidade é uma função para a qual muitos atribuem valor além da venda comercial dos produtos (Fearnside, 1999). A perda de partes importantes das florestas tropicais do Brasil empobrece a biodiversidade da Terra (Capobianco *et al.*, 2001). O impacto sobre a biodiversidade causado pelo desmatamento continuado é muito maior em áreas com pouca floresta remanescente e altos níveis de endemismo, como a Mata Atlântica. Se o desmatamento da Amazônia continuar até próximo de sua completa destruição, os mesmos níveis de risco à biodiversidade serão aplicados a essa região.

Emissões de gases de efeito estufa

Os incêndios florestais emitem gases de efeito estufa. O grande incêndio de Roraima liberou, através da combustão, de 17,9 a $18,3 \times 10^6$ toneladas de carbono equivalente ao carbono de CO_2 , dos quais 67% ($12,0$ a $12,3 \times 10^6$ toneladas de carbono) foram provenientes de queimadas na floresta primária (Barbosa & Fearnside, 1999). Os carbonos equivalentes ao carbono do dióxido de carbono são utilizados para comparar as emissões de vários gases de efeito estufa baseado no potencial de aquecimento global de cada gás em um horizonte de tempo de 100 anos. O desmatamento em uma taxa igual à de 2003 implica na emissão de, aproximadamente, 429×10^6 toneladas de carbono equivalente

ao carbono de CO_2 . No período de 1988 a 1994 (período base usado pelo Brasil para o seu inventário inicial de gás estufa para o Protocolo de Kyoto) foram liberadas 275×10^6 toneladas, incluindo todos os componentes (atualizado de Fearnside, 2000b, considerando as correções em Fearnside & Laurance, 2004 e Nogueira *et al.*, 2005), ou 252×10^6 toneladas se considerados apenas os componentes das emissões usados no Inventário Nacional, assim como os valores de densidade de madeira disponíveis antes da revisão de Nogueira e colaboradores (2005). Esse valor é ligeiramente maior que o dobro do valor oficial de $116,9 \times 10^6$ toneladas (Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004: 149). A diferença é explicada por uma série de componentes omitidos na apreciação oficial (incluindo raízes e necromassa) e por uma estimativa elevada da absorção do carbono pelas florestas secundárias, que não reflete a lenta taxa na qual elas crescem nas pastagens degradadas da Amazônia.

O que mais distingue as implicações do desmatamento amazônico no aquecimento global daquelas de outras florestas tropicais é o enorme potencial para emissões futuras. Em 1990, as emissões líquidas comprometidas do desmatamento no Brasil representaram 5% do total de todas as fontes de emissão (incluindo tanto as mudanças do uso da terra quanto os combustíveis fósseis) na época (Fearnside, 1997b), enquanto que o estoque de carbono na biomassa na Amazônia brasileira representava 38% do total tropical (Fearnside, 2000a: 129). As emissões líquidas comprometidas referem-se ao resultado líquido de emissões e absorções quando uma paisagem florestada é substituída por um mosaico de usos da terra (que seria o resultado de uma condição de equilíbrio criado por uma projeção das tendências atuais).

ESTRATÉGIAS PARA DESACELERAR O DESMATAMENTO

Repressão

No Brasil, o desmatamento é controlado principalmente pela repressão, através de licenças, fiscalizações e multas. As campanhas

são frequentemente anunciadas simultaneamente às conclusões anuais do programa de monitoramento do INPE. O primeiro esforço importante para reprimir o desmatamento ocorreu em 1989, com o programa Nossa Natureza. Desde então, uma série de ações punitivas tem sido mal sucedidas. Os índices de desmatamento na região parecem aumentar e diminuir independentemente desses programas. A repressão, ainda que indubitavelmente necessária, precisa ser repensada e as causas subjacentes devem ser tratadas.

Em 2000, surgiu a indicação de que o Brasil teria capacidade de controlar o desmatamento. Depois da proibição das queimadas se tornar efetiva em julho, as imagens do sensor AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer* ou Radiômetro Avançado de Resolução Muito Alta), interpretadas no INPE, indicaram uma queda de mais de 80% nas queimadas. O desmatamento também diminuiu por causa do programa de licenciamento e desmatamento, que estava em vigor no Mato Grosso de 1999 a 2001, apesar das mudanças posteriores no governo estadual que transformaram o programa de tal modo que não fazia mais efeito como um impedimento ao desmatamento (Fearnside, 2003b; Fearnside & Barbosa, 2003).

A redução das queimadas no Mato Grosso foi alcançada por uma combinação de medidas. Um sistema de licenciamento foi instituído pela Fundação Estadual do Meio Ambiente de Mato Grosso (FEMA), incluindo a impressão de imagens de satélite mostrando os limites das propriedades e o desmatamento existente. As multas eram emitidas juntamente com a imagem do satélite desestimulando, assim, argumentos e tentativas de má interpretação da área realmente devastada. As regiões do Mato Grosso com as maiores diminuições de queimadas foram aquelas sujeitas a um treinamento especial da comunidade e a programas educacionais sobre o manejo do fogo pelo Grupo de Trabalho Amazônico e Amigos da Terra – Amazônia Brasileira, com o apoio da FEMA e do Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Legal. Foram anunciados planos

para estender o sistema para municípios selecionados no Pará e em Rondônia.

Reforma política sobre impostos, créditos e subsídios O principal problema para o controle do desmatamento é que muito do que precisa ser feito está fora do alcance das agências responsáveis pelos assuntos ambientais. O poder para mudar as leis tributárias e as políticas de crédito está com as outras agências governamentais, assim como as políticas de reassentamento, a construção de estradas e as prioridades de desenvolvimento. Os subsídios de impostos para as fazendas de criação de gado, aprovados pela Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), foram uma importante força indutora do desmatamento nas décadas de 1970 e 1980. A interrupção de novos subsídios, em 1991, não revogou aqueles que já haviam sido concedidos. Os projetos aprovados pela SUDAM davam isenção de imposto sobre a renda gerada e permitiam que os proprietários investissem em suas fazendas parte do imposto devido de operações de lucro de quaisquer outros lugares. A exclusão das fazendas, em 1991, não afetou outras atividades prejudiciais, tais como as serrarias e as fundições de ferro-gusa alimentadas por carvão vegetal. Os subsídios de impostos remanescentes precisam ser cortados.

Outra causa do desmatamento, mais proeminente nas décadas de 1970 e 1980 do que hoje, é a especulação de terra. O ganho de capital da venda de uma propriedade depois de possuí-la por poucos anos foi a fonte principal de lucro dos fazendeiros, quando os preços da terra subiam mais rápido que a inflação. Embora os preços médios da terra não estejam mais subindo nos índices vistos antes da queda brusca da inflação, com o Plano Real de 1994, as propriedades individuais podem ainda produzir lucros especulativos, principalmente, quando elas estão próximas a uma estrada recém-construída ou reformada. Impostos pesados deveriam ser aplicados para retirar o lucro proveniente da especulação de terra, tanto para tirar a força especulativa remanescente em áreas favorecidas pela infraestrutura quanto para fornecer proteção, caso algum dia, retornem

os índices de inflação astronômicos que prevaleceram no Brasil durante a maior parte do último século.

A sonegação de impostos é uma fonte significativa de recursos de investimentos nas fazendas da Amazônia. Dentre os fazendeiros que mais desmatam, alguns são médicos e outros profissionais das cidades que, frequentemente, têm grandes rendas não declaradas. Se investirem na bolsa de valores ou em bens imobiliários urbanos, eles, provavelmente, despertarão a atenção das autoridades fiscais, entretanto, as autoridades têm dificuldade para avaliar grande parte do investimento nas fazendas amazônicas. Mesmo que o tipo de solo e o regime de chuva não sejam favoráveis para as pastagens, resultando em algum prejuízo no investimento, o dinheiro da venda de carne bovina de uma fazenda amazônica será “limpo”. O governo deve investir na aplicação da lei e endurecer no rastreamento dos movimentos financeiros para eliminar esse importante condutor de desmatamento.

O desmatamento também recebe um forte incentivo do crédito agrícola subsidiado. O subsídio do governo vai além das baixas taxas de juros e dos prazos generosos. Existem também frequentes “anistias”, perdendo as dívidas ou convertendo-as em pagamentos simbólicos durante longos períodos a juros baixos. As anistias são concedidas quando a produção é reduzida por causa da seca ou de outros “atos divinos”. Embora geralmente consideradas como intervenções únicas, elas são comuns e representam um subsídio adicional para o desmatamento.

Uma variedade de outros subsídios também aumenta a lucratividade da agricultura e da pecuária. Isso inclui garantia de preço para muitos produtos agrícolas, onde o governo assegura o preço pago para o fazendeiro, independentemente da distância que o fazendeiro possa estar dos mercados. Muitos programas especiais fornecem ajuda, como fertilizantes ou cal para plantações específicas e uma enorme rede de infraestrutura de transporte, com despesas pagas pelo governo.

Título de posse da terra e reforma política de assentamento

A natureza dos assentamentos estabelecidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), mudou acentuadamente ao longo dos anos. Nas décadas de 1970 e 1980, a maioria deles foi estabelecida em áreas escolhidas pelo INCRA. Desde meados da década de 1990, o INCRA tem exigido que os novos assentamentos sejam alocados somente em áreas já desmatadas, para minimizar os impactos do desmatamento. Apesar das numerosas declarações oficiais de que tal política estava em ação, novos assentamentos continuaram a ser instalados em áreas florestais, tais como aqueles no rio Acari e no rio Juma, no estado do Amazonas, em 1996. Mais recentemente, o INCRA cedeu sua função de determinar os locais de assentamento às organizações de colonos que reivindicam terra, tais como o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST). Eles invadem terras públicas ou reservas legais de grandes fazendas e o INCRA, posteriormente, “legaliza” os assentamentos quando eles já são fato consumado e indeniza os fazendeiros pela terra perdida. Devido à indenização ser geralmente maior que o preço de mercado da terra, alguns fazendeiros, discretamente, incentivam os invasores. Fazendas falidas, sob o embargo do Banco do Brasil, têm sido particularmente propensas à invasão, uma situação que tanto assegura aos invasores uma ocupação sem resistência, quanto resolve o problema financeiro do Banco do Brasil quando a indenização é paga pelo INCRA. As áreas escolhidas pelos invasores para ocupação são, invariavelmente, de florestas tropicais primárias, e não de pastagens, áreas agrícolas ou florestas secundárias. A madeira fornece capital para os invasores e os solos são consideravelmente melhores do que poderia se esperar de um pasto degradado. A mudança de atitude do INCRA para seguir as iniciativas de organizações de agricultores sem terra cria uma barreira adicional para o controle efetivo dessa forma de desmatamento (Fearnside, 2001a).

Embora os pequenos fazendeiros sejam responsáveis por apenas cerca de 30% do desmatamento (Fearnside, 1993a), sua intensidade (impacto por quilômetro quadrado) dentro da área que eles ocupam é maior que a das médias e grandes fazendas, que detêm 89% da terra privada da Amazônia Legal. A intensidade do desmatamento cai com o aumento do tamanho da propriedade. O desmatamento, portanto, cresceria se as áreas florestais inseridas em grandes fazendas fossem redistribuídas em pequenas propriedades. Isso enfatiza a importância de usar as áreas já devastadas para a reforma agrária, em vez de seguir o caminho politicamente mais fácil, de distribuição das áreas florestais remanescentes. Apesar da área já devastada ser grande, ela está aquém da demanda potencial para os assentamentos. Sem dúvida, a Amazônia Legal como um todo está aquém dessa demanda. O reconhecimento da existência dos limites da capacidade de carga e a manutenção dos níveis populacionais dentro desses limites é fundamental para qualquer planejamento em longo prazo de ocupação sustentável da Amazônia (Fearnside, 1997c). O desmatamento para a formação de pastagens para o gado é considerado uma “melhoria” para a obtenção e a manutenção do título da terra. Enquanto essa situação perdurar, podemos esperar que os donos de terra devastassem suas florestas apesar das proibições. Para cessar o reconhecimento da pastagem como uma melhoria, é preciso, ainda, mudar os procedimentos de registro de terra.

Para barrar o fluxo de pessoas para novas áreas em busca de terra, a reforma agrária é necessária na Amazônia e nas áreas de onde vêm os imigrantes. A disponibilidade de emprego alternativo nas áreas rurais e urbanas também está relacionada com esses fluxos populacionais. Ao mesmo tempo, cresceu uma “indústria do assentamento”, na qual as pessoas que recebem terras em um assentamento vendem seus direitos (geralmente, de maneira informal, se o título definitivo da terra ainda não tiver sido concedido) e se mudam para tentar obter outro terreno em um novo assentamento. Os esforços frequentes e malsucedidos do INCRA em detectar e

desqualificar as pessoas que já receberam terra anteriormente resultam apenas na criação de uma classe permanente de sem-terra, que também contribui para o desmatamento. O objetivo de fornecer oportunidades de emprego para todos os brasileiros terá que ser alcançado de maneira ambientalmente menos destrutiva do que os planos de concessão de áreas nos assentamentos amazônicos (Fearnside, 2001a).

Serviços ambientais

As atividades econômicas na Amazônia envolvem quase exclusivamente bens de consumo – como madeira, minerais, produtos agrícolas, criação de gado e produtos não madeireiros, como a borracha natural e a castanha. Encontrar maneiras de explorar os serviços ambientais da floresta, tanto para mantê-la quanto para sustentar a população humana, tem um grande potencial em longo prazo.

A floresta Amazônica fornece, no mínimo, três classes de serviços ambientais: a manutenção da biodiversidade, o estoque de carbono e a ciclagem da água. A magnitude e o valor desses serviços são pobremente quantificados e os passos diplomáticos, entre outros, através dos quais eles devem tornar-se bens, estão ainda em sua infância – fatos que não diminuem sua importância ou a necessidade urgente de concentrar esforços na divulgação de informações e a vontade política exigidas para integrá-los na economia, de modo a preservar a floresta, em vez de destruí-la. O papel das florestas tropicais em evitar o aquecimento global está muito mais próximo de servir como uma base para os fluxos financeiros internacionais do que estão os outros serviços ambientais, como a manutenção da biodiversidade. Isso porque a Convenção das Nações Unidas sobre Mudança Climáticas (UN-FCCC, em inglês) avançou mais que a Convenção sobre Biodiversidade muito embora ambas tenham sido assinadas, simultaneamente, na Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente, em 1992 (UNCED, em inglês). A UN-FCCC foi suplementada com o Protocolo de Kyoto, em 1997.

O interesse de investimento em carbono, com um panorama de retorno em curto prazo, provavelmente será limitado, pelo fato do acordo sobre o Protocolo de Kyoto, alcançado em julho de 2001, excluir o crédito para a manutenção da floresta no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) durante o primeiro período de compromisso do protocolo (2008-2012). Se isso for permitido nos períodos de compromisso futuro, o Brasil poderá, potencialmente, ganhar de modo substancial projetos do MDL para reduzir o desmatamento. Também está em discussão uma proposta para a criação dos meios pelos quais o desmatamento evitado hoje poderia gerar créditos após 2012 (Santilli *et al.*, 2004). Os conflitos políticos ao redor dessa decisão, na cidade de Bonn, no primeiro período de compromisso, podem mudar no futuro, porque a “quantia determinada” (cota de emissão nacional) de cada parte é renegociada para cada período sucessivo de compromisso. Isso retira as vantagens dos atores-chave (especialmente na Europa) das partes que pressionam (especificamente os Estados Unidos) para satisfazer os compromissos feitos em Kyoto, quase completamente por meio de medidas nacionais relativamente caras (Fearnside, 2001b). As negociações desde a Conferência de Kyoto, em 1997, têm sido únicas, porque os países industrializados concordaram com quotas específicas determinadas para o primeiro período de compromisso, antes que as regras fossem definidas sobre questões como a inclusão do desmatamento evitado no MDL. Para futuros períodos de compromissos, a inclusão do desmatamento evitado ajudaria a incentivar os países a concordar com compromissos maiores do que eles aceitariam na ausência de tal meio, o que resultaria, então, em um benefício líquido para o clima.

Embora não favorecido atualmente pelo Ministério das Relações Exteriores do Brasil, o país sempre tem a opção de aceitar limites nacionais sobre as emissões, o que permitiria ganhar muito mais sobre as emissões negociadas no Artigo 17 do Protocolo do que através do Artigo 12 do MDL (Fearnside, 2001d). As emissões negociadas têm, substancialmente, um potencial maior para o

crédito do carbono porque o Protocolo de Kyoto não obriga que as reduções sejam ligadas de forma causal a um projeto específico. Ele também não exige que as mudanças sejam “adicionais” ao que teria ocorrido em um cenário sem projeto, sendo o primeiro inventário nacional do país a linha de partida para o cálculo (p. ex., emissões no período de 1988 a 1994, no caso do Brasil).

Sem levar em consideração o futuro das decisões a respeito do MDL no Protocolo de Kyoto, o aquecimento global representa um problema de longo prazo, que provavelmente ganhará urgência na arena política internacional, à medida que os impactos se tornarem cada vez mais aparentes para o público e para os líderes políticos. Em algum momento no futuro, o papel principal exercido pelo desmatamento tropical vai ser reconhecido e serão tomadas medidas apropriadas, no Brasil e no mundo, para financiar o combate ao desmatamento e fornecer os fundamentos para uma alternativa ao desenvolvimento destrutivo.

Muitos acreditam que a floresta será cortada a qualquer custo e, conseqüentemente, argumentam que deveríamos nos preocupar com outros problemas. Um dos maiores impedimentos à ação efetiva é o fatalismo. O fatalismo age como um dissuasor de ações que envolvem compromisso de recursos financeiros significativos e aceitação dos riscos políticos reais ou percebidos. Muitos dos determinantes-chave para o caminho futuro do desenvolvimento estão nas mãos das autoridades públicas, que precisam tomar suas decisões baseadas na responsabilidade que isso exige. Embora o futuro dependa das decisões humanas, os limites também existem. Não podemos continuar destruindo florestas sem consequências terríveis e duradouras.

AGRADECIMENTOS

O trabalho de Philip M. Fearnside é apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: Proc. 470765/01-1) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PPI 1 3620). Agradeço a A.B. Rylands, G.

A.B. da Fonseca, K. Brandon e um revisor anônimo pelos comentários. Este é uma tradução de Fearnside (2005a), que originalmente foi publicado em *Megadiversidade* (Fearnside, 2005b)

REFERÊNCIAS

- Alencar, A., Nepstad, D.C., McGrath, D., Moutinho, P., Pacheco, P., del C.V. Diaz, M. & Soares-Filho, B. 2004. Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Belém, Pará.
- Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 1999. Incêndios na Amazônia brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento "El Niño" (1997/98). *Acta Amazonica* 29: 513-534.
- Brasil, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2018. Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal (PRODES). INPE, São José dos Campos, SP. <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>.
- Capobianco, J.P.R., Veríssimo, A., Moreira, A., dos Santos, I., Pinto, L.P. & Sawyer, D. (eds.). 2001. *Biodiversidade na Amazônia brasileira*. Editora Estação Liberdade e Instituto Socioambiental, São Paulo. Disponível em <http://www.isa.org.br/bio/index.htm>
- Cochrane, M.A. 2003. Fire science for rainforests. *Nature* 421: 913-919.
- Cochrane, M.A., Alencar, A., Schulze, M.D., Souza Jr., C.M., Nepstad, D.C., Lefebvre, P. & Davidson, E.A. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. *Science* 284: 1832-1835.
- Faminow, M.D. 1998. *Cattle, Deforestation and Development in the Amazon: An Economic and Environmental Perspective*. CAB International, Nova York, E.U.A.
- Fearnside, P.M. 1987. Causes of deforestation in the Brazilian Amazon. In: R.F. Dickinson (ed.). *The Geophysiology of Amazonia: Vegetation and Climate Interactions*. John Wiley & Sons, Nova York, E.U.A., p. 37-61.
- Fearnside, P.M. 1993a. Deforestation in Brazilian Amazonia: the effect of population and land tenure. *Ambio* 22: 537-545.
- Fearnside, P.M. 1993b. Desmatamento na Amazônia: quem tem razão nos cálculos – o INPE ou a NASA? *Ciência Hoje* 16: 6-8.
- Fearnside, P.M. 1997a. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. *Ecological Economics* 20: 53-70.
- Fearnside, P.M. 1997b. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: net committed emissions. *Climatic Change* 35: 321-360.
- Fearnside, P.M. 1997c. Human carrying capacity estimation in Brazilian Amazonia as a basis for sustainable development. *Environmental Conservation* 24: 271-282.
- Fearnside, P.M. 1997d. Limiting factors for development of agriculture and ranching in Brazilian Amazonia. *Revista Brasileira de Biologia* 57: 531-549.
- Fearnside, P.M. 1999. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation. *Environmental Conservation* 26: 305-321.
- Fearnside, P.M. 2000a. Global warming and tropical land-use change: greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change* 46: 115-158.
- Fearnside, P.M. 2000b. Greenhouse gas emissions from land-use change in Brazil's Amazon region. In: R. Lal, J.M. Kimble & B.A. Stewart (eds.). *Global climate Change and Tropical Ecosystems*. Advances in Soil Science. CRC Press, Boca Raton, E.U.A., pp. 231-249.
- Fearnside, P.M. 2001a. Land-tenure issues as factors in environmental destruction in Brazilian Amazonia: the case of southern Pará. *World Development* 29: 1361-1372.
- Fearnside, P.M. 2001b. Saving tropical forests as a global warming countermeasure: an issue that divides the environmental movement. *Ecological Economics* 39: 167-184.
- Fearnside, P.M. 2001c. Soybean cultivation as a threat to the environmental in Brazil. *Environmental Conservation* 28: 23-38.
- Fearnside, P.M. 2001d. The potential of Brazil's forest sector for mitigating global warming under the Kyoto Protocol. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 6: 355-372.
- Fearnside, P.M. 2002a. Avanço Brasil: ambiental e social consequências de Brasil's planned infrastructure in Amazonia. *Environmental Management* 30: 748-763.
- Fearnside, P.M. 2002b. Can pasture intensification discourage deforestation in the Amazon and Pantanal regions of Brazil? In: C.H. Wood & R. Porro (eds.). *Deforestation and Land Use in the Amazon*. University Press of Florida, Gainesville, E.U.A., pp. 283-364.

- Fearnside, P.M. 2003a. Conservation policy in Brazilian Amazonia: understanding the dilemmas. *World Development* 31: 757-779.
- Fearnside, P.M. 2003b. Deforestation control in Mato Grosso: A new model for slowing the loss of Brazil's Amazon forest. *Ambio* 32: 343-345.
- Fearnside, P.M. 2004. A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje* 34: 63-65.
- Fearnside, P.M. 2005a. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates and consequences. *Conservation Biology* 19(3): 680-688. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>
- Fearnside, P.M. 2005b. Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e consequências. *Megadiversidade* 1(4): 113-123. http://www.conservation.org.br/publicacoes/megadiversidade/16_Fearnside.pdf
- Fearnside, P.M. & Barbosa, R.I. 2003. Avoided deforestation in Amazonia as a global warming mitigation measure: the case of Mato Grosso. *World Resource Review* 15: 352-361.
- Fearnside, P.M. & Barbosa, R.I. 2004. Accelerating deforestation in Brazilian Amazonia: towards answering open questions. *Environmental Conservation* 31: 7-10.
- Fearnside, P.M. & Laurance, W.F. 2004. Tropical deforestation and greenhouse gas emissions. *Ecological Applications* 14: 982-986.
- Hecht, S.B., Norgaard, R.B. & Possio, C. 1988. The economics of cattle ranching in eastern Amazonia. *Interciencia* 13: 233-240.
- Kaimowitz, D., Mertens, B., Wunder, S. & Pacheco, P. 2004. Hamburger connection fuels Amazon destruction. Relatório técnico. Center for International Forest Research, Bogor, Indonésia. Disponível em: http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/media/Amazon.pdf
- Laurance, W.F., Cochrane, M.A., Bergen, S., Fearnside, P.M., Delamônica, P., Barber, C., Barber, C., D'Angelo, S. & Fernandes, T. 2001. The future of the Brazilian Amazon. *Science* 291: 438-439.
- Lean, J., Bunton, C.B., Nobre, C.A. & Rowntree, P.R. 1996. The simulated impact of Amazonian deforestation on climate using measured ABRACOS vegetation characteristics. In: J.H.C. Gash, C.A. Nobre, J.M. Roberts & R.L. Victoria (eds.). *Amazonian Deforestation and Climate*. Wiley, Chichester, Reino Unido. p. 549-576.
- Mahar, D.J. 1979. *Frontier Development Policy in Brazil: A Study of Amazonia*. Praeger, Nova York, E.U.A.
- Margulis, S. 2003. Causas do desmatamento na Amazônia brasileira. The World Bank, Brasília. Disponível em: <http://www.finefrint.com>
- Mattos, M.M. & Uhl, C. 1994. Economic and ecological perspectives on ranching in the eastern Amazon. *World Development* 22: 145-158.
- MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). 2004. Brazil's National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change. General Coordination on Global Climate Change, MCT, Brasília, DF.
- Nepstad, D.C., Moreira, A.G. & Alencar, A.A. 1999a. Flames in the rain forest: origins, impacts and alternatives to Amazonian fires. The World Bank, Brasília, DF.
- Nepstad, D.C., Veríssimo, A., Alencar, A., Nobre, C., Lima, E., Lefebvre, P., Schlesinger, P., Potter, C., Moutinho, P., Mendoza, E., Cochrane, M. & Brooks, V. 1999b. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature* 398: 505-508.
- Nepstad, D.C., Carvalho, G., Barros, A.C., Alencar, A., Capobianco, J.P., Bishop, J., Moutinho, P., Lefebvre, P., Silva Jr., U.L. & Prins, E. 2001. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management* 154: 395-407.
- Nepstad, D.C., Lefebvre, P., da Silva, U.L., Tomasella, J., Schlesinger, P., Solórzano, L., Moutinho, P., Ray, D. & Benito, J.G. 2004. Amazon drought and its implications for forest flammability and tree growth: a basin-wide analysis. *Global Change Biology* 10: 704-717.
- Nogueira, E.M., Nelson, B.W & Fearnside, P.M. 2005. Wood density in dense forest in central Amazonia, Brazil. *Forest Ecology and Management* 208: 261-286.
- Salati, E. & Vose, P.B. 1984. Amazon Basin: A system in equilibrium. *Science* 225: 129-138.
- Santilli, M., Moutinho, P., Schwartzman, S., Nepstad, D., Curran, L. & Nobre, C. 2004. Tropical Deforestation and the Kyoto Protocol. *Climate Change* 71: 267-276.
- Veríssimo, A., Barreto, P., Mattos, M., Tarifa, R. & Uhl, C. 1992. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian Frontier: the case of Paragominas. *Forest Ecology and Management* 55: 169-199.