TEXTO PARA DISCUSSÃO/Nº 215

Perspectivas Econômicas do Desflorestamento da Amazônia

Eustáquio J. Reis
Sérgio Margulis

MAIO DE 1991

PERSPECTIVAS ECONÔMICAS DO DESFLORESTAMENTO DA AMAZÔNIA*

Eustáquio J. Reis**
Sérgio Margulis**

***Da Coordenadoria Regional do IPEA - Rio de Janeiro*

**A versão original deste artigo foi preparada para a Conferência sobre Global Warming: the Problem and Policy responses, Roma, 5-7 de outubro de 1990, patrocinada pelo Istituto Bancario San Paolo di Torino, ao qual agradecemos pelo financiamento da pesquisa. Somos gratos também à Márcia Pimentel, pelo suporte computacional, à Cláudia C. O. de Souza, pelo levantamento dos dados. Por comentários a versões preliminares do trabalho agradecemos a Rudiger Dornbusch, William Cline, Elisa Reis, Ricardo Paes de Barros, Ronaldo Serôa da Motta, Armando Castelar e Newton Rabello de Castro que, naturalmente, não são responsáveis por erros remanescentes.*

SINOPSE

O artigo analisa os determinantes econômicos do desflorestamento da Amazônia brasileira e sua contribuição para as emissões de dióxido de carbono (CO_2) e o efeito estufa. Para uma *cross-section* dos municípios da região, estima-se um modelo econométrico que permite projetar e simular padrões espaciais e temporais do desflorestamento. A conclusão discute alternativas de políticas governamentais para o problema do desflorestamento.

Palavras-chaves: Amazônia, desflorestamento (desmatamento), efeito-estufa, dióxido de carbono, modelo econométrico.

Pau rolou, caiu,
lá no meio da floresta,
ninguém viu.

Do folclore

1. INTRODUÇÃO

Este artigo analisa o desflorestamento da Amazônia brasileira, discute seus determinantes econômicos, estima seus impactos sobre emissões de dióxido de carbono (CO_2) e projeta suas tendências no longo prazo. No final desta seção, aborda-se o problema das perspectivas internacional e brasileira. A Seção II descreve alguns aspectos fitoecológicos da Amazônia e apresenta estimativas da extensão do desflorestamento e de seu impacto sobre as emissões de CO_2. Com base em informações para uma cross-section dos municípios da região, a Seção III analisa os determinantes econômicos do desflorestamento, estimando sua elasticidade em relação à população, agricultura, pecuária, extração de madeiras e malha rodoviária. Essas elasticidades, juntamente com equações descrevendo a dinâmica da concentração espacial desses fatores, permitem projetar e simular padrões espaciais e temporais do desflorestamento. Finalmente, a Seção IV discute alternativas de políticas governamentais para se reduzir o desflorestamento da Amazônia, bem como formas possíves para contribuições internacionais nesse sentido.

Apesar da importância das outras conseqüências ecológicas do desflorestamento como as alterações climáticas locais ou regionais e a perda da biodiversidade, a análise deste artigo restringe-se à contribuição do desflorestamento para as emissões de CO_2.

As principais evidências e resultados mostram que, no ano de 1989, a área desflorestada total da Amazônia brasileira atingiu, aproximadamente, 400 mil km^2, ou 8% da área geográfica da Amazônia Legal (AML). A taxa anual de desflorestamento, nesse mesmo ano, foi de, aproximadamente, 21 mil km que, estima-se, causaram entre 0,21 e 0,41 giga-tonelada (Gt) de emissão de dióxido de carbono (CO_2), o que representa 4,7 a 6,6% das emissões globais para a atmosfera. Para o ano 2000, projeta-se uma área desmatada de, aproximadamente, 700 mil km^2, ou seja, 14% da área da AML e uma emissão anual de CO_2 da ordem de 0,9 a 1,3 Gt. Apesar de alarmantes, essas estimativas são significativamente menores do que cifras anteriormente apresentadas.

1.1. A Amazônia e o problema do aquecimento global

O aquecimento global é, atualmente, questão prioritária na agenda da política internacional. Nessa perspectiva, a devastação da floresta amazônica constitui o principal problema ambiental brasileiro. A preocupação da opinião pública se reflete na vasta cobertura da imprensa internacional sobre o desflorestamento da Amazônia e questões afins como destruição da diversidade biológica e extinção de culturas indígenas.

Na agenda oficial, o desflorestamento da Amazônia brasileira foi

explicitamente considerado objetivo ambiental prioritário no communiqué final da Conferência Econômica do G-7, em julho de 1990. Imediatamente, empréstimos concessionários do Banco Mundial e dos governos da Alemanha Ocidental, Itália e Inglaterra para apoiar políticas ambientais no Brasil foram concedidos.

A posição do governo americano em relação à questão do aquecimento global é mais cautelosa e defensiva. Nesse sentido, sua preocupação com a Amazônia pode ser interpretada como uma tentativa de desviar a atenção do seu próprio telhado de vidro. Apesar disso, em outubro de 1989, o presidente Bush abriu um importante precedente diplomático ao expressar sua preocupação com a devastação da floresta amazônica, que seria causada pela abertura da rodovia transpacífica que os japoneses pretendiam financiar. Com efeito, "foi a primeira vez que um presidente americano considerou um problema ecológico bastante importante para justificar um momento de tensão na relação com outra superpotência" (Time, 30 de outubro de 1989).

O alarme internacional deve-se, sobretudo, às emissões de CO_2 causadas pelo desmatamento da Amazônia que, supostamente, contribuem de forma significativa para o efeito-estufa e o aquecimento global, representando, portanto, uma ameaça significativa para o crescimento futuro da economia mundial.

De uma perspectiva estritamente econômica, o problema do aquecimento global é diagnosticado como falência dos mecanismos de mercado que se deve ao fato de a atmosfera ser um recurso de propriedade comum global (global common) onde, sem qualquer custo, despejam-se o CO_2 e os demais gases causadores do efeito-estufa.

Para fins de política econômica, o problema fundamental está em considerar recursos "críticos" - a camada de ozônio, o ciclo do carbono, a Amazônia - "como bens livres, quando na verdade eles desempenham a função econômica mais básica, qual seja, permitir a sobrevivência da humanidade" (The Economist, 2 de setembro de 1989, tradução nossa). Os custos e benefícios do uso desses recursos transcendem fronteiras nacionais, e não sendo individualmente apropriáveis aos países, não geram incentivos para políticas eficientes no combate às externalidades globais.

O problema político se torna ainda mais complexo devido às incertezas científicas. Em especial, são bastante controversas as conseqüências econômicas das mudanças climáticas previsíveis. Investindo contra o catastrofismo, Nordhaus (1990:16), por exemplo, conclui que "our best guess is that CO_2-induced climate change will produce a combination of gains and losses with no strong presumption of substantial net economic damages".

Sua análise também mostra que políticas preventivas apresentam custos fortemente crescentes, sobretudo para se obterem resultados significativos no curto prazo. Assim, para reduções de 10% nas emissões de CO_2 do setor energético, o custo seria de US$ 10/t; para reduções de 50%, a mesma cifra seria US$ 130/t. Sua conclusão é que se deveria dar maior ênfase às políticas de adaptação e de prevenção via engenharia climática. Dado o

consumo *per capita* de energia dos USA são naturais, portanto, as divergências em relação à CEE no que se refere á prioridade que deve ser dada às políticas preventivas.

Existe consenso, contudo, quanto à contenção do desflorestamento tropical como uma das alternativas de menor custo para se reduzirem as emissões de CO_2. A estimativa apresentada por Nordhaus (1990) é de somente US$4/t de CO_2. Além disso, é largamente difundida a opinião de que a ocupação da Amazônia, mesmo desconsiderando-se sua contribuição para o efeito-estufa, não é economicamente viável. A contenção do desflorestamento impõe-se, portanto, como uma meta prioritária no tratamento do problema do aquecimento global.

1.2. A Amazônia como fronteira econômica brasileira

A visão do Eldorado, da fronteira sem limites onde imensas riquezas ainda permanecem inexploradas, foi sempre a imagem mítica da Amazônia. A história da ocupação mostra, contudo, que, confrontando a realidade, a visão paradisíaca em pouco tempo cede lugar ao "inferno verde". Nesse sentido, as falências e frustrações da experiência de desenvolvimento recente são apenas mais um capítulo de uma história que se repete há séculos.

A conseqüência é que, apesar de cobrir 40% do território nacional, ainda hoje a ocupação da Amazônia é rarefeita. Assim, na região Norte, em 1985, a densidade populacional era de 1,51 habitante por km^2 - menos de um décimo da densidade nacional. Além disso, essa região responde por apenas 5,7% da população e 3,1% do PIB brasileiro.

O atual ciclo de expansão da fronteira amazônica teve início na década dos 60, como se mostra na Tabela 1. Sua importância em termos demográficos demonstra-se pela constatação de que, durante os anos 70, a região absorveu mais de 20% dos fluxos migratórios interestaduais [Martine (1989) e Porto (1987)].

Tabela 1
REGIÃO NORTE (EXCL. TOCANTINS): RENDA *PER CAPITA*, POPULAÇÃO, MIGRAÇÃO, ÁREA EM FAZENDAS, CRESCIMENTO DO REBANHO BOVINO, 1970/85, E PROJEÇÕES PARA O ANO 2000

Ano	Renda per capita 1985(US$)	% p.a.	População ('1000)	% p.a	Migração % p.a	Fazenda % área	Cresc. Rebanho
1960	193	2,2	2,562	3,3	0,05	6,5	1,9
1970	273	3,5	3,603	3,5	0,06	6,5	3,3
1980	906	12,5	5,880	5,0	2,15	11,6	8,8
1985^{e}	1123p	3,3	6,849p	3,2	2,15	12,6	6,1
2000^{p}	1773p	3,3	10,940p	3,2	2,15	-	-

Fontes: IBGE (1990), Martine (1989:143).
Obs.: ^{e} - estimativas; ^{p} - projeções. A taxa de câmbio média foi Cz$ 6,127/US$ em 1985.

As políticas governamentais foram fator primordial no dinamismo recente da fronteira amazônica. Os maciços investimentos na abertura de estradas rodoviárias permitiram, pela primeira vez na história, desvincular o processo de ocupação dos rios. Outras iniciativas governamentais importantes foram os programas de colonização, os incentivos fiscais e creditícios para os investimentos na região, a criação da Zona Franca de Manaus (ZFM) e, mais recentemente, os projetos hidroelétricos e de exploração mineral.

A abundante disponibilidade de terras livres para a agricultura e a pecuária constituiu, talvez, o principal atrativo econômico. Muito embora apenas 7 a 8% dos solos amazônicos sejam considerados adequados para agricultura, isso significa, em termos absolutos, aproximadamente 300 mil a 400 mil km^2, o que equivalia a algo entre 60 e 80% da área cultivada no país em 1980 [Schubart (1989) e Cunha e Kyle (1990)]. A área cultivável da Amazônia representa, portanto, um acréscimo significativo ao potencial agrícola brasileiro.

Outro importante fator na expansão econômica recente foi a descoberta e o desenvolvimento dos recursos minerais e energéticos. A importância da Amazônia como fronteira mineral dificilmente pode ser superestimada. Estimativas feitas pela CPRM avaliam em 1,6 trilhão de dólares (preços de 1989) os depósitos minerais da região, dos quais 1 bilhão de dólares se deve aos 2,9 trilhões de toneladas de nióbio (GM, 12/02/90). Segundo o IBGE, em 1987, as reservas estimadas incluíam, entre outras, 2,9 bilhões de toneladas de bauxita, 1,2 bilhão de toneladas de cobre e 17,7 bilhões de toneladas de minério de ferro, equivalendo, respectivamente, 88, 75 e 35% das reservas totais do país. Além disso, a exploração de ouro foi, especialmente na década dos 80, um fator fundamental para a atração de novos contingentes populacionais [Sawyers (1990) e Schneider (1990)].

Os recursos energéticos da região também são consideráveis. O potencial hidroelétrico é estimado em 100.000 megawatts (MW), ou o equivalente a 45% do total brasileiro. Atualmente, apenas quatro projetos, com menos de 4.500 MW de capacidade instalada, estão instalados. Até o ano 2000, pretende-se instalar pelo menos 13 projetos adicionais [Benchimol (1989)].

Finalmente, deve-se mencionar os recursos florestais da região, muito embora a exploração desses recursos e, em especial, a extração de madeira tenham desempenhado papel subsidiário na ocupação econômica [Mahar (1989)]. As estimativas disponíveis são de um estoque de 48 a 78 bilhões de m^3 de madeiras comercializáveis (broad-leafed) cujo valor, a preços de 1984, seria algo como 1,7 trilhão de dólares [Repetto (1988:74)].

Dada a importância econômica da Amazônia enquanto fronteira de recursos naturais, é natural que a postura da sociedade brasileira em relação à questão do desflorestamento seja conflitante com a da comunidade internacional. Além disso, defrontando-se com gritantes problemas econômicos e sociais, é legítimo para o país assumir uma posição oportunista (free-rider) na esfera internacional no que concerne aos problemas ambientais como camada de ozônio e aquecimento global [ver Schelling (1989)]. Para que o Brasil adote políticas "adequadas" é

necessário, portanto, que haja compensações por parte da comunidade internacional.

Esse problema de incentivos repete-se no âmbito regional e local: a imensidão geográfica e o vazio demográfico da região geram problemas típicos de recursos com liberdade de acesso (open access resources) que, portanto, são utilizados de forma ineficiente quer de uma perspectiva global como local. As tentativas de regulamentação, pelo menos até o presente, fracassaram pela debilidade institucional da presença do governo na região.

Além dos problemas de falências de mercado e institucional, equívocos nas políticas de desenvolvimento regional estimularam taxas insustentáveis de utilização dos recursos naturais da Amazônia. Soluções satisfatórias do ponto de vista global vão requerer, portanto, drásticas mudanças na postura brasileira, em especial do governo brasileiro.

Resumindo, para se conciliar crescimento e preservação ambiental é necessário, além das compensações internacionais, reorientar as políticas regionais e reestruturar o aparato institucional. O problema fundamental é uma correta avaliação da Amazônia enquanto fronteira de recursos naturais para a economia brasileira.

2. ESTIMATIVAS DO DESFLORESTAMENTO NA AMAZÔNIA E DA SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O EFEITO-ESTUFA

Esta seção discute o efeito-estufa, descreve os aspectos fitoecológicos relevantes para esse efeito, apresenta evidências sobre a extensão do desflorestamento na Amazônia e estima sua contribuição para as emissões globais de CO_2.

O efeito-estufa é causado pelos gases constituintes da atmosfera terrestre que permitem a "entrada" das ondas curtas da radiação solar, mas "retêm" as ondas longas refletidas pela superfície da terra para a atmosfera. Portanto, o aumento na concentração desses gases na atmosfera tende a elevar a temperatura terrestre. O CO_2 é o mais importante dentre os gases causadores do efeito-estufa.

As evidências científicas são de que os níveis de concentração do CO_2 na atmosfera se mantiveram praticamente constantes até a Revolução Industrial. Desde então aumentaram até atingir, em 1987, 349 ppm (partes por milhão), cifra 25% maior do que o nível mais alto antes de 1800. Dez por cento do aumento se deu nos últimos 20 anos. Para 2 030, projeta-se a concentração de CO_2 em 540 ppm, ou seja, 50% maiores do que as atuais.

As principais conseqüências estimadas são aumentos nas temperaturas médias do globo terrestre de 1,5 a 4,5 graus Celsius e de 3 a 15% nos índices globais de precipitação. Historicamente, isso significa um ritmo de mudanças climáticas sem precedentes - a temperatura média na Era Glacial foi apenas 5% mais baixa que a atual - prevendo-se efeitos catastróficos para os níveis dos oceanos, a cobertura vegetal e a produtividade agrícola [WRI (1989), Solow (1989)].

A Tabela 2 apresenta informações básicas sobre os gases que contribuem para o efeito-estufa. Embora o dióxido de carbono seja, isoladamente, o mais importante deles, outros gases, em conjunto, são responsáveis por contribuição da mesma ordem de magnitude. Nesse sentido, cabe mencionar o vapor d'agua (H_2O), metano (CH_4), o óxido de dinitrogênio (N_2O), o ozônio troposférico (O_3) e os clorofluocarbonatos (CFC-11 e CFC-12).

Tabela 2
CONTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS GASES COMPONENTES DO EFEITO-ESTUFA

Gases componentes	Conc. atmosf. (ppm)	Ciclo de vida atm. (anos)	Taxa cresc. % a.a.	Eficiência relativa (CO_2 = 1)	Contrib. cumulat. (%)	Contrib. marginal atual(%)
CO_2	346-351	2-5	0,4-0,5	1	50	46-57
CFC's	0.2-0.6 a	75-111	5,0-7,0	10-15.000	12-17	24-25
CH_4	1,7	0-11	1,0-1,1	11-32	17-25	12-18
O_3	0,02	0,1-0,3	0,5-2,0	2.000	8	7
N_2O	0,3	150	0,2-0,3	150	4-6	5-6

Fontes: Arrhenius, 1990; WRI, 1988; Houghton e Woodweel 1989; Mintzer, 1987; Flavin, 1989; Bouwman, 1990; Bowman, 1990; Grubbs, 1989.
Obs.: [a] em ppb (partes por bilhão).

O potencial de aquecimento de um gás depende de fatores como suas propriedades radioativas e seu ciclo de vida atmosférica. Por unidade molecular, outros gases são mais eficientes do que o CO_2, absorvendo quantidades significativamente maiores de calor. Além disso, esses gases podem ter vida atmosférica mais longa. Assim, os baixos níveis de emissão e concentração atmosférica desses gases são parcialmente compensadas pela maior eficiência e pela vida mais longa [Mintzer (1987), Houghton e Woodwell (1989), Houghton (1989), Arrhenius (1990), Grubb (1990) e Solow (1990)].

A magnitude e, sobretudo, as defasagens dos efeitos de mudanças na composição da atmosfera sobre o aquecimento global são ainda pouco conhecidas. Em especial, os efeitos radioativos das nuvens, bem como sua inter-relação dinâmica com aumentos nos níveis de CO_2 são bastante incertos. Igualmente, os modelos climáticos dificilmente conseguem captar a resposta secular dos oceanos e, sobretudo, acoplá-la à dinâmica de ajustamento das nuvens.

Por sua vez, as evidências históricas mostram que os aumentos da temperatura global nos últimos 100 anos, ocorreram sobretudo entre 1870 e 1940, portanto, antecedendo os aumentos na concentração de CO_2 que se deram pós-1940. Nesse sentido, o aumento da atividade das manchas solares poderia ser uma hipótese mais convincente na explicação da cronologia do aquecimento [Marshall (1989), *apud The Economist*, (16/12/89)].

Quanto aos usos e fontes dos gases responsáveis pelo efeito-estufa existem

também grandes lacunas de conhecimento. No caso do CO_2, a contribuição relativa das diversas fontes de emissão e absorção - antropogênicas *versus* bióticas - é pouco conhecida, não sendo possível explicar o destino de parcela considerável da absorção.

Estima-se que as fontes bióticas - oceanos, solos e plantas - emitem cerca de 30 vezes mais CO_2 que as fontes antropogênicas - combustíveis fósseis e agricultura. Erros estatísticos de medidas nas primeiras poderiam, assim, ser mais importantes que a magnitude das emissões antropogênicas. Note, contudo, que as fontes bióticas são também responsáveis por grande parte da absorção que ocorre no ciclo do carbono e (apesar da ignorância quanto ao destino), em termos líquidos, praticamente se equilibram. Portanto, dado o caráter cumulativo do fenômeno da concentração de CO_2, segue-se a importância da contribuição das fontes antropogênicas [Odum (1975), Ehrlich *et al.* (1977), Houghton and Woodwell (1989), Solow (1990)].

A estimativa das emissões atuais de fontes antropogênicas é 7,2 Gt/ano, embora as cifras variem de 4 a 8 Gt/ano. Emissões provenientes de combustíveis fósseis contribuem com 5,6 Gt/ano e a utilização do solo em atividades agrícolas com 1,6 Gt/ano. Mais especificamente, a queima de combustíveis fósseis pelas indústrias é considerada como o principal fator no aumento de 25% que se observam nos níveis de concentração de CO_2 depois de 1860 [Solow (1990), Myers (1989), Houghton and Woodwell (1989), Flavin (1989)].

A contribuição do desflorestamento, por sua vez, é estimada em algo como 15 a 30% das emissões antropogênicas, ou seja, 1 a 2 Gt/ano [Houghton e Woodwell (1989), Mintzer (1987)].

A pequena contribuição do desflorestamento para as emissões de CO_2, além do fato de que o CO_2 contribui com metade apenas do efeito-estufa, permite concluir que "the preponderance of greenhouse gases is produced by the highly industrialized sectors of the global economy. Accordingly, the practical potential for deforestation or reforestation to modify the greenhouse effect is ultimately limited, and should be kept in proper perspective" [Arrhenius (1989)].

Finalizando, cabe mencionar que outros efeitos do desflorestamento podem ter conseqüências opostas às do efeito-estufa. A Amazônia, juntamente com a Indonésia e norte da Austrália, é uma das fontes de calor na manutenção da circulação atmosférica. O ar quente da evapotranspiração da floresta amazônica ascende à troposfera, divergindo para as zonas temperadas do globo. Como essas zonas são menos expostas a radiação solar, o clima global é estabilizado através desse efeito. Através desse efeito, o desflorestamento teria como conseqüência deslocar as linhas polares em direção às zonas temperadas, acelerando, portanto, o início de uma nova era glacial [Molion (1988].

2.1. Aspectos fitoecológicos da Amazônia

A floresta amazônica estende-se por 5,5 milhões de km^2 - dois terços dos quais em território brasileiro - representando entre 45 e 68% das florestas

tropicais remanescentes no mundo. Embora a Amazônia brasileira seja em grande parte coberta por florestas, uma parcela considerável de sua área possui outro tipo de cobertura vegetal, conforme mostrado na Figura 1.

O desflorestamento da Amazônia contribui para aumentar a concentração de CO_2 na atmosfera por duas razões. Primeiro, o desflorestamento é geralmente feito através de queimadas e, portanto, libera grande parte do CO_2 fixado na biomassa vegetal. Segundo, as áreas desflorestadas reduzem sua capacidade de fixar CO_2 pela fotossíntese. Além disso, deve ser notado que a Amazônia pode ser responsável por 10% das emissões globais de metano (CH_4), mas não se conhecem os efeitos do desflorestamento sobre essas emissões [Molion (1988)].

A diversidade da cobertura vegetal é uma das características importantes para a avaliação do potencial de CO_2 que será emitido pelo desmatamento. O tipo de cobertura vegetal determina o conteúdo de biomassa e, portanto, o potencial de CO_2 liberado pela perda da cobertura vegetal original. Além disso, a capacidade regenerativa e, conseqüentemente, de fixação de CO_2 que ocorrerá no eventual crescimento secundário, difere dependendo do tipo de cobertura vegetal e da utilização dos solos.

Na Amazônia Legal como um todo, 75% de seu território é composto de floresta tropical úmida, 22% por cerrados ou vegetação semelhante (campos e savanas) e os 3% restantes pelas chamadas formações pioneiras (campos inundáveis, mangues e pantanais). Pelo menos 13% da floresta tropical da Amazônia encontram-se em áreas inundáveis (igapós, várzeas e matas ciliares) que se caracterizam por solos excepcionalmente férteis quando comparadas com o restante da Amazônia. Nessas áreas, tende a se concentrar a densidade populacional, associando-se, em geral, a culturas de subsistência (arroz, feijão e mandioca), vegetais e pecuária.

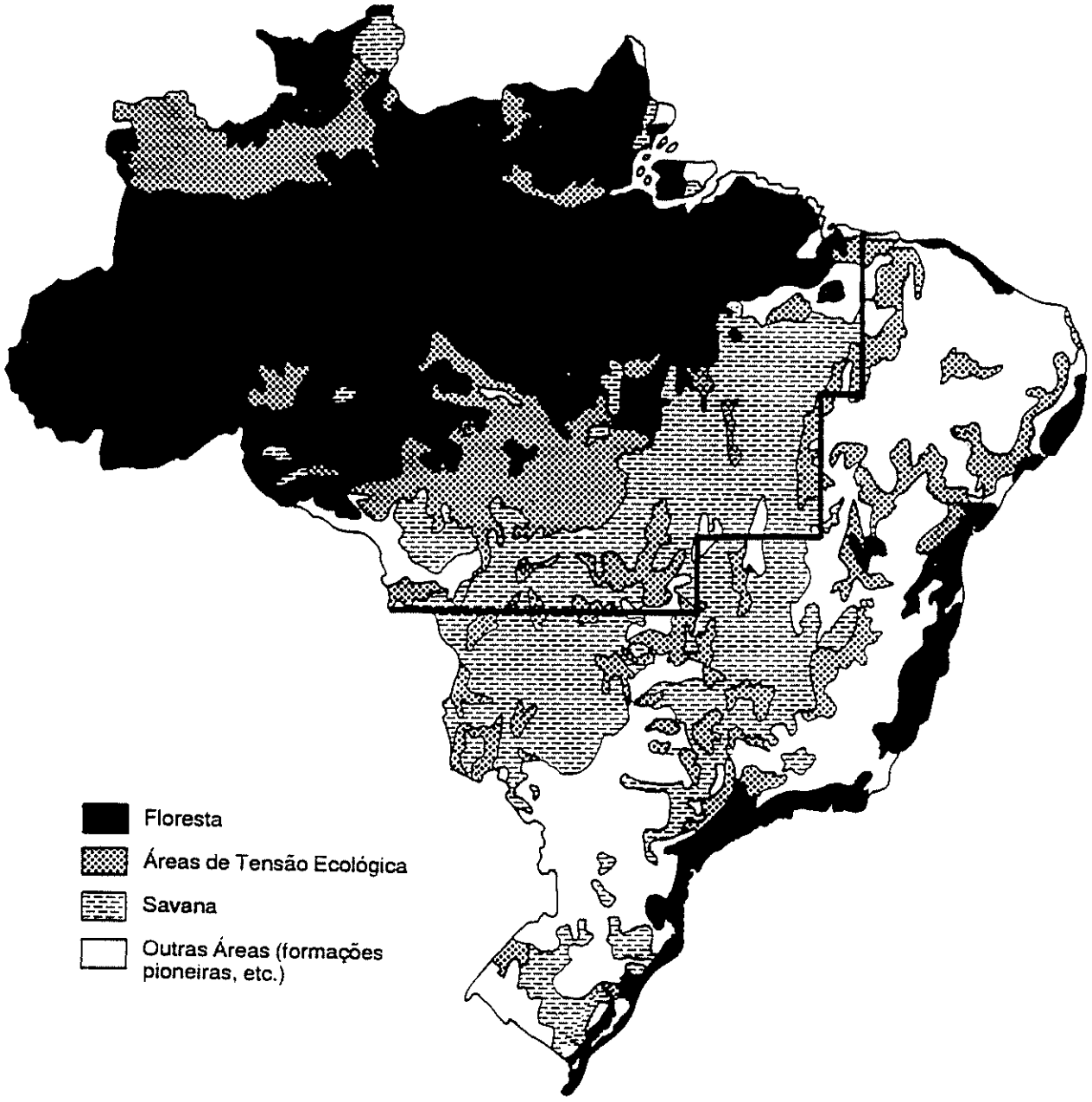
A floresta tropical úmida pode ser descrita como um sistema fechado onde, apesar da pobreza dos solos, os mecanismos ecológicos garantem um equilíbrio com rico conteúdo de biomassa. Praticamente todos os nutrientes estão contidos na cobertura vegetal cujas partes mortas, caindo ao solo, rapidamente se mineralizam e são reabsorvidas pelas raízes [Pires (1978), World Bank (1980)].

A matéria orgânica do solo serve como proteção contra o lixiviamento, criando eficiente mecanismo de preservação dos nutrientes: rapidamente folhas caídas são fixadas ao solo pelos fungos e gravetos e seus nutrientes retornam à circulação. As pequenas perdas são compensadas pelos nutrientes contidos nas águas de chuvas. Contudo, dependendo da alteração sofrida pela cobertura vegetal original, a capacidade regenerativa da floresta tropical úmida pode ser significativamente menor: não sendo substituída em tempo hábil pela proteção de outra vegetação, os solos são lavados e erodidos quando expostos ao tempo [Uhl *et al.* (1988)].

As estimativas da densidade de biomassa para a Amazônia brasileira são escassas e dispersas. Para a floresta tropical densa, Pires (1978) estima 500 a 1200 t/ha de materia orgânica seca, com produtividade primária de 10 t/ha/ano. Tendo-se em conta a menor densidade dos outros tipos de

florestas, em especial os cerrados e as florestas em áreas inundáveis (igapós, várzeas e matas ciliares), outras estimativas situam o conteúdo de biomassa entre 200 e 400 t/ha de substância orgânica seca e a produtividade primária líquida anual em aproximadamente 10-20 t/ha [Fearnside (1985); estimativas de Martinelli *et al.* (1988) citado por Salati *et al.*, (1989); Salati *et al.* s.d., Schubart, (1989)].

Figura 1 - **Principais Ecossistemas Brasileiros**



Evidências para o conteúdo de biomassa dos outros tipos de vegetação são escassas. Pires (1978) tomando área basal dos troncos como indicador da biomassa, apresenta evidências de que as florestas densas possuem uma densidade (m2/ha) de área basal 2 a 4 vezes maior que os igapós e várzeas e 10 a 30 vezes maior que campos (ou savanas).

2.2. Evidências empíricas sobre o desflorestamento

As estimativas mais confiáveis da extensão do desflorestamento brasileiro são produzidas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Essas estimativas são feitas a partir da interpretação visual de composições coloridas de imagens do satélite LANDSAT-TM. Interpretação de imagens do NOAA-AVHRR, também produzidas pelo INPE, tendem a superestimar a extensão do desflorestamento, sendo, portanto, preteridas [Gazeta Mercantil, 07/09/90); ver também World Resource Institute, (1989)].

Nas interpretações do INPE, desflorestamento refere-se a alterações recentes da cobertura vegetal com fisionomia florestal, vale dizer, áreas de floresta tropical úmida e de cerradão (tensão ecológica entre floresta e cerrado). Desconsideram-se, por dificuldades técnicas de interpretação, as alterações na cobertura vegetal ocorridas nas áreas de savanas (cerrados, ou campos). Tratam-se, portanto, de medidas de desflorestamento em sentido estrito, não de desmatamento, alteração da cobertura vegetal ou ação antrópica, amplamente definido.

Para efeito de estimativas de emissões de CO_2, a desconsideração dos cerrados não implica grandes distorções pois, nas florestas, sobretudo quando incluídas áreas de tensão ecológica, está praticamente todo o conteúdo de biomassa. Contudo, como será discutido oportunamente, essa medida pode introduzir vieses nas análises econômicas do desflorestamento.

A Tabela 3 apresenta as estimativas do INPE para o desflorestamento em nível estadual, para anos selecionados. De acordo com o INPE, a taxa média anual de desflorestamento dos últimos 11 anos é de 21.000 km^2 (com uma margem de erro de 10%). A Figura 2 fornece uma visão mais detalhada da distribuição espacial do desflorestamento para o ano de 1989. Pode-se ver que, até 1989, o desflorestamento concentrou-se nas áreas periféricas da Amazônia, especialmente na Zona Bragantina nas fronteiras entre Maranhão e Pará, e em Roraima.

Estimativas anteriores, usualmente baseadas em extrapolações das tendências de crescimento no passado, apresentam taxas anuais de desmatamento da ordem de 50 mil a 80 mil km^2 e uma área total desmatada de aproximadamente 600 mil km^2 [Fearnside (1984);Myers (1989); WRI (1989); Mahar (1989)]. As estimativas do INPE para 1989 mostram que essas estimativas estavam grosseiramente superestimadas.

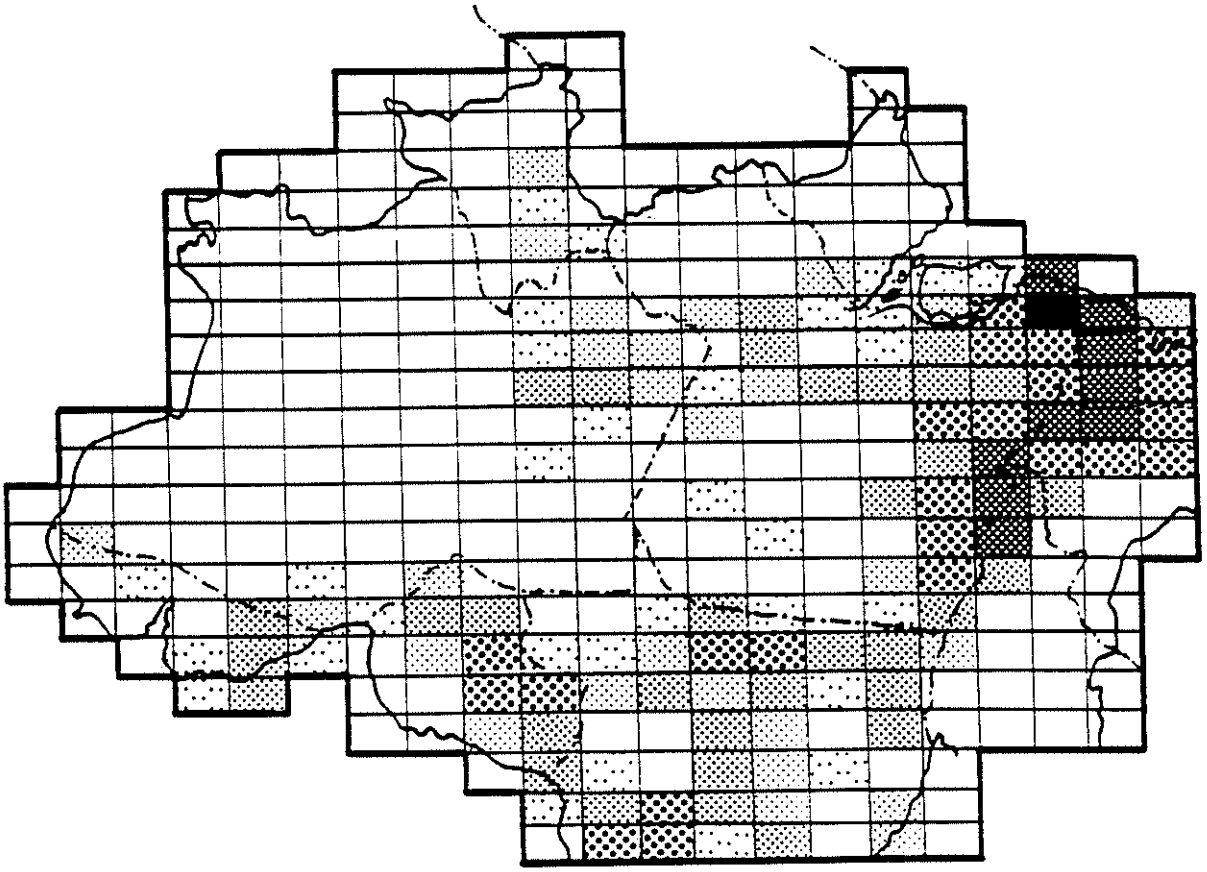
Tabela 3
AMAZÔNIA: ESTIMATIVAS DA ÁREA DESFLORESTADA, 1975/89 (em milhões de km^2)

Estado	Área Total	Área desflorestada (em milhões de km^2)			Taxa Desfl.	Cresc. %p.a.	
		1975	1980	1989	1989	1989	1975/89
Acre	153,7	1,17	4,63	8,83	5,7	22,7	15,6
Amapá	142,4	0,15	0,22 a	0,87	0,6	50,3	13,2
Amazonas	1.568,0	0,78	2,93 a	19,46	1,2	18,0	25,8
Pará[c]	1.246,8	40,48	65,74	140,37	11,3	9,5	9,3
Rondônia	238,4	1,22	7,58	31,40	13,2	7,1	26,1
Roraima[b]	225,0	0,06	0,58 a	3,51	1,6	35,7	34,6
M.Grosso[b,c]	802,4	9,23	48,53	79,56	9,9	11,7	16,6
Maranhão[b]	260,2	63,67	71,70	88,47	34,0	7,5	2,4
Tocantins	269,9	3,51	11,46	22,32	8,3	6,5	14,1
AML	4.906,9	120,25	213,36	394,77	8,0	10,0	8,9
% desf. da AML		2,4	4,4	8,0			

Fontes: INPE (1989) e INPE (para 1989, comunicação pessoal); para 1975 e 1978 as fontes originais foram INPE-1649-RPE/103; para 1980, IBDF (1983).
Obs. : [a] interpolado; [b] área pertencente à Amazônia Legal; [c] incluindo as área de "desflorestamento antigo" da Zona Bragantina: 31,822 km^2 no Pará e 60,724 km^2 no Maranhão.

Para uma comparação internacional, embora a extensão atual das áreas desflorestadas no mundo não seja conhecida com precisão, o World Resources Report de 1987 estima que o Brasil respondeu por 19,3% do desflorestamento ocorrido nas florestas tropicais do mundo entre 1981 e 1985. Seguem-se, nessa ordem, Indonésia, Zaire, Peru e Índia que são também, depois do Brasil, os que possuem as maiores florestas tropicais com área agregada equivalente à das florestas tropicais brasileiras. Em conjunto, esses países responderam por 16,3% do desflorestamento global no mesmo período.

Figura 2 - **Desflorestamento da Amazônia Obtido das Imagens do Satélite Landsat - 1989**



Desflorestamento como % da Floresta Original:

>75 50-75 20-50 10-20 5-10 2-5 <2

2.3. Desflorestamento e emissões de dióxido de carbono

A contribuição do desflorestamento para a emissão de CO_2 depende das taxas de desflorestamento (em ha/ano) e das taxas de emissão de CO_2 (em t/ha), que, por sua vez, dependem das hipóteses feitas em relação a) à densidade de biomassa da floresta (t/ha); b) ao percentual queimado da biomassa (em %); c) ao percentual de CO_2 na composição da biomassa (em %); e d) à taxa de regeneração da biomassa.

Como vimos, o limite superior das estimativas do INPE para a média das taxas de desflorestamento da Amazônia brasileira durante a década dos 80 é 2,13 milhões de ha/ano. As estimativas para as taxas de emissão são bem mais imprecisas. Aceitando-se as suposições de Salati *et al.* (s.d.) de que a) a densidade de biomassa é de 280-400 t/ha, b) a biomassa é totalmente queimada, c) existe 50% de CO_2 na composição da biomassa, e d) a taxa de regeneração é zero, as taxas de emissão causadas pelo desflorestamento da Amazônia estariam situadas entre 90,8 e 223 t/ha de CO_2.

As emissões causadas pelo desflorestamento da Amazônia estariam, portanto, entre 0,30 e 0,43 Gt/ano de CO_2. Como as emissões anuais globais de CO_2 para a atmosfera são estimadas em 7,2 Gt/ano, sua contribuição percentual para essas emissões de CO_2 estaria entre 4,2 e 6,0% (as estimativas do WRI 1989 são de 4,7%).

Cumulativamente, de 1975 a 1989, foram desflorestados 28,5 milhões de ha na Amazônia, causando emissões de 5,7 Gt de CO_2; no mesmo período, o consumo de combustíveis fósseis emitiu, aproximadamente, 84 Gt de CO_2; adicionalmente, supondo-se que o uso do solo em outros países respondeu somente pelo dobro do CO_2 emitido pelo desflorestamento da Amazônia [Houghton e Myers (1990)], obtem-se a cifra de 5,6% como contribuição da Amazônia para a concentração de dióxido de carbono na atmosfera.

Comparando-se por país, o Brasil aparece como o quarto maior emissor de CO_2, com uma contribuição percentual de, aproximadamente, 6,0% (incluindo-se combustíveis fósseis). Na sua frente situam-se USA, com 16,9%, URSS, com 14,1%, e China, com 7,7%. (Naturalmente, em termos *per capita*, todos os países da Europa ocidental antecederam o Brasil; que não se situa nem entre os 15 maiores [dados de Goldemberg (1989)].)

Como curiosidade, Fearnside (1985) observa que convertendo toda a Amazônia para pastagens causaria emissões de CO_2 de aproximadamente 50 Gt., e que, portanto, o consumo de combustíveis fósseis equivale à queimada de quase um Amazonas inteiro por década.

3. PERSPECTIVAS ECONÔMICAS DO DESFLORESTAMENTO DA AMAZÔNIA

A expansão da fronteira agrícola foi, sem dúvida, o principal fator no desflorestamento da Amazônia. Os posseiros, através das queimadas para culturas de subsistência itinerante, são considerados os agentes pioneiros do desflorestamento. A conversão para pastagens usualmente só ocorre no segundo estágio. A extração de madeira na Amazônia é, em geral, subproduto da derrubada das matas para a agricultura. A mineração e a construção das

hidroelétricas desempenharam papel indireto e de importância secundária.

As políticas governamentais foram os fatores primordiais. Os investimentos na construção de estradas foram pré-requisitos para a ocupação demográfica e econômica da região, sobretudo das chamadas terras-firmes. Além disso, a farta distribuição de subsídios através dos incentivos fiscais e creditícios foram decisivos para a lucratividade dos investimentos privados, em especial das atividades pecuárias que são consideradas inviáveis para a qualidade dos solos existentes em algumas áreas da Amazônia [Yokomizo (1989), Mahar (1989), Hecht (1985), Hecht *et al.* (1988)].

3.1. Políticas governamentais

A ocupação econômica e demográfica da Amazônia foi, desde sempre, um objetivo estratégico do governo brasileiro. A percepção de ameaças à segurança nacional e à integridade territorial causadas pela extensão das fronteiras internacionais, pela vastidão do território geográfico e pela riqueza dos recursos naturais da região foram focos de constante preocupação, justificando programas de investimentos governamentais de grande envergadura.

3.2. A criação da malha rodoviária

Até 1960, a malha rodoviária da região Norte era insignificante para seu território: 2 mil km pavimentados e 6 mil km não pavimentados. Para 1989, esses mesmos números são, respectivamente, 5.808 e 38.658. Na Figura 3, mostram-se as principais rodoviais axiais: Belém-Brasília (1.800 km), Transamazônica (2300 km), Cuiabá-Porto Velho (1.800 km), Porto Velho-Manaus e Cuiabá-Santarém (1.800 km).

Grande parte do crescimento da malha rodoviária ocorreu por iniciativa do governo federal, entre 1960 e 1975, quando às prioridades geopolíticas dos governos militares juntaram-se abundantes financiamentos externos.

A partir de 1975, o processo de expansão se desacelera, tornando-se porém mais descentralizado, com estados e municípios assumindo papéis mais ativos. Note-se que, embora o governo federal condicione as decisões de estados e municípios, uma vez construídas rodovias axiais, dificilmente se consegue conter as pressões locais para expansão adicional da malha. Assim, a partir de 1985, a expansão da malha rodoviária acelera-se novamente.

Naturalmente, na medida em que os custos de transportes são um dos principais determinantes da expansão da fronteira agrícola, a densidade da malha rodoviária deve estar fortemente correlacionada com ocupação demográfica, atividade econômica e desflorestamento. Davis (1977), citado por Hall (1989:154), estima que 26% do desflorestamento da Amazônia pode ser imputado às rodovias sem, contudo, precisar se se refere a efeitos diretos e/ou indiretos.

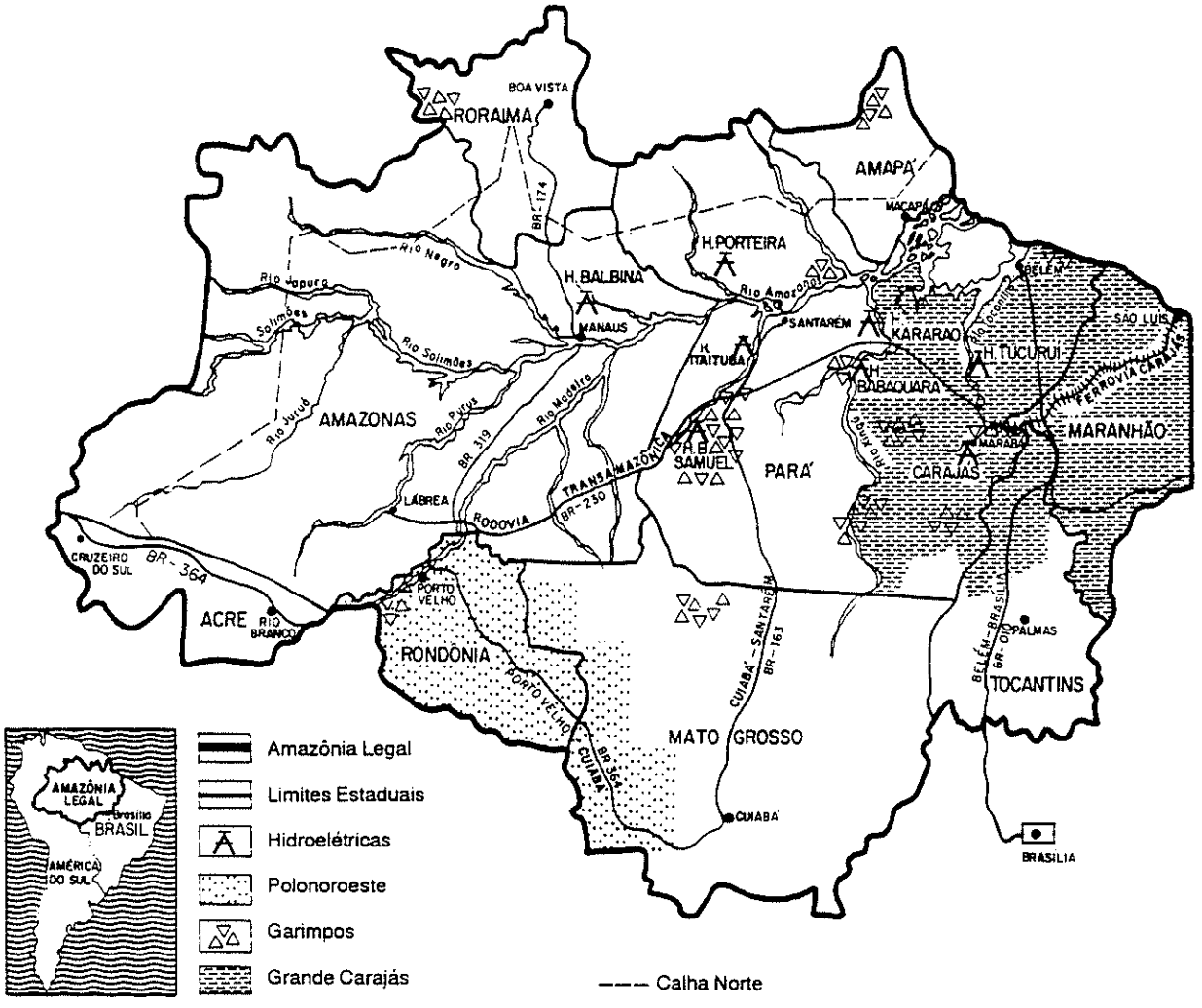
3.3. Programas de colonização

Estima-se que a Belém-Brasília atraiu 350.000 imigrantes para a Amazônia no decênio 1964/74. Essa imigração foi essencialmente "espontânea", apesar das iniciativas oficiais para regulamentar a ocupação rural [Mahar (1989), Hebbet e Marin (1979), Carvalho *et al.* (1979)].

Nos anos 70, a ideologia militar do "Desenvolvimento com Segurança" transformou os programas de colonização em peças importantes da política de desenvolvimento regional. As motivações geopolíticas foram várias: a consciência militar era particularmente aguçada para o valor econômico e as ameaças internacionais à região; pretendia-se utilizar a Amazônia como válvula de escape para tensões sociais nas áreas rurais, sobretudo do Nordeste; além disso, para se evitar que conflitos pela propriedade da terra viessem a ser utilizados por movimentos ativistas de esquerda

Figura 3

Principais Estradas, Áreas de Mineração e Programas Governamentais na Amazônia



era necessário maior controle social na própria região amazônica [Cardoso e Mueller (1977), Udry (1987)].

Os três maiores projetos foram Transamazônica, GETAT e Polonoroeste. Ao longo da Transamazônica pretendia-se assentar 100 mil famílias entre 1971 e 1974. Os resultados foram, contudo, decepcionantes: 13 mil famílias assentadas até 1980 a um custo de US$39.000 por família [Bunker (1985) citado por Repetto, (1988:80)]; os fluxos oriundos do Nordeste foram desprezíveis quando comparados com a emigração e os contingentes de pobreza rural da região [Tolipan, (1990:15)]; a área desflorestada foi de 6.400 km^2, ou seja, 15,3% da área desflorestada no Pará e 4,3% da AML em 1983 [Repetto (1988:80), Hall (1989:150)].

O GETAT - Grupo Executivo do Araguaia Tocantins - criado em 1980 para solucionar conflitos de posse da terra ao longo da Belém-Brasília também obteve resultados decepcionantes, apesar das estatísticas de 60 mil títulos de posse concedidos em uma área de 70 mil km^2. Em termos ecológicos, um dos grandes problemas foi a baixa capacidade de fixação do campesinato à terra devido ao predomínio da atividade agropecuária: as taxas de rodízio dos proprietários atingem 90% [Hall, (1989:111-114)].

O Polonoroeste, criado em 1981, contemplava explicitamente medidas de proteção ambiental. Apesar disso, sua contribuição para a conversão de florestas em áreas agricultáveis é estimado em 9.900 km^2, em 1983, o que representava 71% do da área desflorestada do Estado de Rondônia e 6% da Amazônia [Repetto, (1988:81)].

3.4. Incentivos fiscais e creditícios

A farta distribuição de incentivos fiscais e creditícios concedidos para o setor privado pela SUDAM - Superintendência de Desenvolvimento da Amazônica - foram importantes determinantes dos padrões de desenvolvimento industrial e agrícola da Amazônia.

Os principais incentivos fiscais foram: a) dedução de até 50% do imposto de renda das pessoas jurídicas (ou 6% no caso das pessoas físicas) para investimentos na região; b) isenção do imposto de renda por 10 anos e de impostos sobre importações e valor adicionado para as empresas operando na região; c) 40% do imposto de renda das empresas, que poderiam ser utilizados para nova subscrição de capital.

As conseqüências para o desflorestamento foram especialmente desastrosas. Os subsídios concedidos tornaram privadamente rentáveis atividades agropecuárias e, conseqüentemente, incentivaram a especulação no mercado de terras [Hecht (1985),Hecht *et al.* 1988)]. Estima-se que, até 1985, os projetos da SUDAM foram responsáveis por 14.200 km^2 da área desflorestada no Mato Grosso e 6.700 km^2 do Pará, respectivamente, 18 e 4,2% das áreas desflorestadas totais desses estados [Yokomizo (1989)].

3.5. As atividades econômicas

Esta seção identifica atores e papéis do processo de desflorestamento da Amazônia através da análise da relação desse último com as principais atividades econômicas da região. A análise é feita para *cross-section* dos municípios da região.

3.6. Densidade populacional

Os níveis extremamente baixos de densidade populacional prevalecentes no Brasil e, em especial, na região Norte - 1,55 e 16,8 hab/km^2, respectivamente, em 1985 - tornam ridícula qualquer hipótese neomaltusiana na explicação do desflorestamento da Amazônia [Hecht, (1985:679)]. O desflorestamento não é decorrência da pressão populacional, mas de outros fatores como concentração na estrutura de propriedade da terra no país e das distorções do sistema de incentivos contidos na estrutura de preços relativos da economia que são, no mais das vezes, conseqüência das políticas governamentais [Southgate (1988:2)].

Tabela 4
AMAZÔNIA: DENSIDADE POPULACIONAL EM 1985 E DESFLORESTAMENTO POR MUNICÍPIO

Habitantes por km^2 em 1985	Num. de Munic. (%)	Área Total (%)	Área Desf. (%)	Taxa de Desflorestam. (%)
0 - 1	30,0	68,8	18,4	1,4
1 - 2	12,6	12,6	12,1	5,0
2 - 4	13,7	9,3	25,3	14,1
4 - 8	15,3	5,2	18,4	18,5
8 - 16	7,4	2,3	12,5	28,4
16 +	21,1	1,8	13,4	39,3
Total	190[a]	3846876[b]	200059 [b]	5,2

Fonte: IBGE e IBAMA.
Obs. : [a] Total em valores absolutos
[b] Total em km^2.

A densidade populacional é, contudo, *proxy* para o nível de atividade econômica de uma área geográfica e, nessa medida, determinante do desflorestamento. A Tabela 4 mostra a estreita relação existente entre desflorestamento e densidade populacional para os municípios da Amazônia. A taxa de desflorestamento (em relação à área do município) aumenta, de forma monotônica, com a densidade populacional. Note, contudo, que, contrariamente às implicações da hipótese neomaltusiana, aumentos na densidade populacional implicam aumentos relativamente maiores das taxas de desflorestamento nas áreas de menor densidade populacional ou taxa de desflorestamento.

Esse formato da relação entre população e desflorestamento destaca a

importância da distribuição do crescimento populacional entre as áreas de maior ou menor densidade populacional para o desflorestamento. Portanto, fatores como migrações intra-regionais e as maiores taxas de crescimento natural das áreas de fronteiras são fatores importantes na avaliação das perspectivas futuras do desflorestamento.

Para os próximos anos, o ímpeto das migrações inter-regionais tende a arrefecer. Por um lado, pela estagnação do estoque de migrantes potenciais representado pela população masculina de origem rural com idade entre 20 e 40 anos. Por outro lado, pela tendência de aumento do preço da terra na região Norte em relação às demais regiões que constituiu um dos principais fatores de atração das imigrações inter-regionais no passado recente. A evolução das políticas regionais de incentivos às atividades agropecuárias e, sobretudo, dos investimentos rodoviários, foram os fatores fundamentais na evolução do preço da terra [Schneider (1990:9-12)].

A dinâmica interna da população da Amazônia e suas implicações para o desflorestamento são mais difíceis de se prever. O resultado depende dos diferenciais das taxas de crescimento natural entre áreas urbanas e rurais e, sobretudo, entre áreas de fronteira e ocupadas, e também do padrão espacial das migrações intra-regionais, em especial das tendências da urbanização na região. Note que o efeito da urbanização sobre o desflorestamento é incerto, podendo ampliar ou reduzir as potencialidades agropecuárias da região, bem como modificar seu padrão espacial e setorial de especialização.

3.7. Agricultura

A agricultura - em especial a agricultura itinerante praticada por posseiros - foi sempre o fator original do desflorestamento na Amazônia. A Tabela 5 apresenta evidências sobre a associação entre desflorestamento e áreas de lavoura, podendo-se ver que as taxas de desflorestamento aumentam de forma sistemática com a porcentagem da área do município dedicada às lavouras.

Tabela 5
AMAZÔNIA: PORCENTAGEM DA ÁREA CULTIVADA EM 1985 E DESFLORESTAMENTO POR MUNICÍPIO

Porc. área cultivada em 1985	Num. de Munic. (%)	Área Total (%)	Área Desf. (%)	Taxa de Desflor. (%)
0 - 0.25	28,3	62,2	10,5	0,9
0.25 - 0.50	8,4	8,5	5,5	3,4
0.50 - 1	11,5	10,5	11,3	5,6
1 - 2	13,6	7,9	21,9	14,4
2 - 4	13,6	6,9	27,3	20,7
4 - 8	15,7	3,1	17,3	29,0
8 - 16	7,9	0,8	6,2	40,6
16 +	1,0	0	0,2	98,1
Totais	191[a]	3847961[b]	200844[b]	5,2

Fonte: IBGE e IBAMA.
Obs. : [a] Total em valores absolutos.
[b] Total em km^2.

Contudo, dados para 1980 mostram que as lavouras representam somente 4,7% da área dos estabelecimentos agrícolas e 1% da área geográfica da Amazônia. Devido a isso, talvez, sua importância como fator original de desflorestamento tenda a ser subestimada *vis-a-vis* às atividades pecuárias cujas cifras correspondentes são 36 e 7,8%, respectivamente.

Em termos de perspectivas, a baixa produtividade da agricultura amazônica associada aos seus altos custos de transportes condicionam a expansão da agricultura na região ao crescimento dos mercados locais [Sawyer *et al.* (1990:52)].

3.8. Posseiros, queimadas e agricultura itinerante

A possibilidade de acesso à propriedade da terra foi a grande motivação da expansão recente da fronteira. Destaca-se, nesse sentido, o fenômeno do posseiro, ou seja, do camponês que explora a terra sem direitos de propriedade legalizados. Em 1985, 33 % dos estabelecimentos agropecuários da Amazônia eram explorados por posseiros.

Tabela 6

AMAZÔNIA: PORCENTAGEM DA ÁREA CULTIVADA POR POSSEIROS EM 1985 E DESFLORESTAMENTO POR MUNICÍPIO

Perc. área posseiros em 1985	Num. de Munic. (%)	Área Total (%)	Área Desf. (%)	Taxa de Desflor. (%)
0 - 1	34,6	59,8	31,1	2,7
1 - 2	15,2	14,4	16,0	5,8
2 - 4	18,8	10,4	13,9	7,0
4 - 8	14 ,7	6,9	20,6	15,6
8 - 16	9,9	5,7	11,3	10,4
16 - 32	4,2	1,9	4,7	13,2
32 +	2,6	0,9	2,4	14,0
Totais	191[a]	3847961[b]	200844[b]	5,2

Fonte: IBGE e IBAMA.

Obs. : [a] Total em valores absolutos

[b] Total em km^2

A Tabela 6 mostra a relação entre a porcentagem da área de posseiros e de desflorestamento. Como se pode ver, a associação é nesse caso bem mais fraca que aquela que se observa para áreas de lavoura ou densidade populacional. Esse resultado poderia ser explicado por vieses estatísticos, já que, sem situação legalizada, a ocorrência dos posseiros tende a ser subenumerada. Além disso, a dinâmica da ocupação da fronteira faz que a taxa de desflorestamento atual dependa da atividade de posseiros no passado.

Na raiz do fenômeno do posseiro está o fluxo de migrantes destituídos de propriedades que acorrem para a Amazônia. Nesse sentido, Myers (1988:35) refere-se ao camponês "expulso" (shifted), "an agent far more destructive than the shifting cultivator of the traditional sort. The shifted cultivator is the man who finds himself landless in established farming áreas of his country and who senses no survival option but to head for the forests with his machete and matchbox".

Na verdade, há que se distinguir dois grandes fluxos migratórios na ocupação recente da Amazônia. O primeiro, originário do Nordeste, foi, de fato, constituído por migrantes destituídos. O outro, originário do Centro-Sul do país, em especial dos Estados do Paraná e Minas Gerais, foi em grande parte constituído de pequenos proprietários motivados pelas possibilidades de acumulação de riqueza criadas pelos diferenciais de preços da terra na Amazônia e no Centro-Sul [Schneider (1990:49), Ozorio de Almeida (1990*a* e 1990*b*), Porto *et al.* (1987)].

Independente da condição econômica inicial dos pioneiros, contudo, a ocupação da terra na fronteira amazônica é, em geral, feita através das queimadas e do cultivo itinerante de culturas temporárias. Assim, em 1985, as culturas temporárias (arroz, feijão, milho e mandioca) responderam por

65% da área de lavouras da Amazônia, enquanto que culturas permanentes (cacau, café, pimenta e borracha) responderam por parcela insignificante.

A área desmatada por queimadas, em geral, excede em muito os requisitos das atividades produtivas. Isso porque, até a criação do programa "Nossa Natureza", em 1989, a extensão de área desmatada foi formalmente aceita como critério tanto para a concessão dos subsídios e incentivos governamentais, como para a legalização da propriedade da terra.

A opção por culturas temporárias em contraposição às culturas permanentes explica-se por seus menores requisitos de capital, menores prazos de maturação dos investimentos e pela minimização de riscos propiciados pelo auto-consumo.

O caráter itinerante das culturas temporárias se deve ao declínio de produtividade que tende a ocorrer após dois ou três anos de cultivo em decorrência de fatores como a pobreza de nutrientes dos solos, a erosão causada pela ausência de cobertura vegetal e sua grande suscetibilidade a pestes e ervas daninhas encontradiças na Amazônia.

Uma vez exaurida a produtividade agrícola da área, as alternativas são a conversão para pastos ou o abandono. Caracteriza-se, dessa forma, um ciclo da agricultura de fronteira cujas fases são: i) desmatamento e queimada; ii) culturas temporárias por dois ou três anos; iii) conversão para pastos; e iv) abandono da área [Schneider, (990:31-32)].

Da perspectiva individual, queimadas e agricultura itinerante são opções racionais dada a abundância de terras da Amazônia e os incentivos econômicos e jurídicos até recentemente existentes. E mesmo das perspectivas social e ecológica, esta forma de ocupação poderia ser considerada racional diante dos baixos níveis de densidade populacional prevalecentes na região. Na verdade, a experiência histórica da Amazônia mostra que formas tradicionais de cultivo itinerante possibilitaram, no passado, a reconstituição da cobertura vegetal original [Uhl (1987)].

O problema se torna crítico na atualidade pela conjunção da baixa capacidade de regeneração dos solos com horizontes temporais curtos, taxas de desconto altas e, sobretudo, os longos períodos de rotação da terra que caracterizaram as atividades produtivas no ciclo de expansão recente. Assim, "the essential mobility and high rotation required by this traditional system has broken down in many areas of Amazonia with the migration of large numbers of poor farmers accustomed to different practices" [Hall (1989:151);see also Hecht (1985:679)]. A sucessão da agricultura pela pecuária constitui, nesse sentido, um fator crucial.

3.9. Pecuária

Por suas próprias características tecnológicas - a alta densidade terra/trabalho e as altas taxas de acumulação propiciadas pelo crescimento vegetativo do rebanho - a pecuária é, em tese, a atividade mais lucrativa nas condições de disponibilidade de fatores que caracterizam as fronteiras (sobretudo tendo-se em conta fatores que facilitam a comercialização e o

tranporte aos mercados consumidores). Para os pequenos proprietários das áreas de fronteira, em especial, ela constitui um potencial de acumulação dificilmente realizável nas demais atividades.

Assim, mais de 80% da terras produtivas da Amazônia estão dedicados a pastagens e o acelerado crescimento do rebanho, no período recente, ocorreu sobretudo nos estabelecimentos pequenos [Sawyer *et al.* (1990:70), Schneider (1990:28-30)].

Hecht *et al.* (1988) demonstram também que, mesmo na ausência de subsídios, a pecuária nas condições de solo da Amazônia pode ser rentável, em especial, quando se praticam técnicas tradicionais de *overgrazing*. Evidência empírica disso é o maior dinamismo dos pequenos estabelecimentos, que não tiveram acesso privilegiado aos subsídios governamentais.

Inexiste, portanto, sustentação para a tese de que a pecuária da Amazônia dependa dos subsídios governamentais para sua sobrevivência. Isso não implica negar a importância que os subsídios fiscais e creditícios tiveram na expansão recente da pecuária. Nem nega também a contribuição desses subsídios para o desflorestamento. Na medida em que esses eram concedidos com base na área desmatada, o desmatamento era muitas vezes feito com a finalidade precípua de aumentar o volume de subsídios apropriados. Formaram-se, assim, verdadeiras "fazendas de subsídios", cujas conseqüências foram a especulação imobiliária e a exacerbação dos conflitos de terra [Schneider (1990:32), Hecht (1985), Hecht *et al.* (1989), Yokomizo (1988), Fearnside (1989), Mahar (1989) e Binswanger (1989)].

A relação entre desflorestamento e densidade da pecuária em nível municipal é apresentada na Tabela 7.

Apesar de a pecuária não ser o agente pioneiro do desflorestamento, as grandes ameaças ecológicas da Amazônia estão associadas à sua expansão [Mahar (1989), Hecht (1985), Hecht *et al.* (1989), Binswanger (1989), Goodland (1985), Browder (1988), Uhl (1987) e Uhl *et al.* (1988)]. Em primeiro lugar, porque a sucessão da agricultura pela pecuária permite um aumento significativo (de dois-três anos para 15-20 anos) nos períodos de rotação médios dos solos da Amazônia.

Tabela 7
AMAZÔNIA: DENSIDADE DO REBANHO BOVINO EM 1985 E DESFLORESTAMENTO POR MUNICÍPIO

Cabecas por km2 em 1985	Num. de Municip. (%)	Área Total (%)	Área Desflores. (%)	Taxa de Desflores. (%)
0 - 1	40,3	71,6	19,3	1,4
1 - 2	8,9	7,3	9,2	6,5
2 - 4	9,9	7,0	12,5	9,3
4 - 8	14,7	6,6	23,9	18,8
8 - 16	14,4	5,7	23,8	21,7
16 +	12,0	1,7	11,3	34,2
Totais	191[a]	3847961[b]	200844[b]	5,2

Fonte: IBGE e IBAMA.
Obs. : [a] Total em valores absolutos.
[b] Total em km^2.

Mais importante, por seu potencial de degradação dos solos, a pecuária é considerada como a pior de todas as alternativas de uso da terra [Goodland (1980) apud Mahar (1989:18), Uhl (1987:404)]. As evidências apresentadas por Hecht(1985:675) mostram que o conteúdo fosfórico dos solos - que é considerado o elemento mais importante para a produtividade das pastagens na Amazônia - aumenta dramaticamente logo após o desflorestamento. A partir do quinto ano de pastagens, contudo, o conteúdo fosfórico tende a declinar rapidamente para algo como um décimo dos níveis mínimos aceitáveis. Outros fatores responsáveis pela perda de nutriente dos solos são a invasão de ervas e a compactação dos solos.

As conseqüências são reduções drásticas na capacidade de sustentação de rebanhos nas fazendas, superutilização (*overgrazing*) e sustentação limitada das pastagens e instabilidade (temporal e espacial) na produção pecuária [Yokomizo (1989:23), Hecht *et al.* (1989)] cujo resultado para o meio ambiente é a drástica redução na capacidade de regeneração da floresta.

Estimativas dos efeitos da pecuária sobre a capacidade de regeneração das florestas foram feitas por Uhl *et al.* (1988) onde se constata que a capacidade de acumulação de biomassa acima do solo foi de 10 t/ha/ano nas pastagens que estiveram sujeitas a uso "leve" (abandonadas logo após a formação do pasto); 5 t/ha/ano nas de uso "moderado" (abandono em seis a 12 anos); e 0,6 t/ha/ano nas de uso "pesado" (mais de 13 anos, herbicidas e *bulldozers*); valores que devem ser comparados à densidade de 300 t/ha da floresta intacta.

3.10. Extração de madeiras

Para análises das emissões de CO_2, a extração de madeira só interessa na medida em que é utilizada direta ou indiretamente para finalidades energéticas (lenha ou carvão vegetal). Nos outros usos industriais, o

conteúdo de CO_2 da biomassa permanece quase que integralmente preservado nos produtos finais.

A extração de madeira exerceu, contudo, papel importante na penetração e capitalização das demais atividades econômicas da Amazônia brasileira [Sawyer *et al.* (1990:108), Uhl (1989), Schneider, (1990:43)] e, nesse sentido, possui efeitos indiretos significativos no desflorestamento e emissões de CO_2.

Os dados da Tabela 8 indicam que a associação entre a densidade da atividade de extração de madeira e do desflorestamento é fraca.

Tabela 8

AMAZÔNIA: DENSIDADE DE EXTRAÇÃO DE MADEIRAS EM 1982/85 E DESFLORESTAMENTO POR MUNICÍPIOS

M^3/km^2 de toras em 1982/85	Número de Municip. (%)	Área Total (%)	Área Desflores. (%)	Taxa de Desforestam. (%)
0 - 0,1	14,3	16,8	4,9	1,5
0,1 - 1,0	25,9	42,1	15,2	1,9
1,0 - 10	27,5	25,5	40,2	8,2
10 - 100	19,6	11,2	20,9	9,7
100 +	12,7	4,3	18,9	23,0
Total values	189[a]	3833841[b]	200824[b]	5,2

Fonte: IBGE e IBAMA.
Obs. : [a] Total em valores absolutos.
[b] Total em km^2.

Por várias deficiências estatísticas, contudo,é de se esperar que essa relação seja difícil de se evidenciar. Extração de madeiras é variável de fluxo e não de estoque, como no caso das demais atividades. Embora a medida cumulativa para o período 1972/75 reduza esse problema, o viés para a subestimação continua presente.

Além disso, extração de madeiras é, no mais das vezes, uma atividade conjunta com o desflorestamento para finalidades agropecuárias, gerando problemas de imputação. Como no caso da Amazônia ela é uma atividade quase sempre itinerante, ilegal e não exercida diretamente pelos fazendeiros, naturalmente ocorrem problemas de subenumeração. Por fim, sua incidência tende a ser maior exatamente em áreas menos desmatadas.

Não obstante esses argumentos, pode-se afirmar que a extração de madeiras para finalidades comerciais teve, no passado, um papel limitado no desflorestamento da Amazônia brasileira. Assim, o IBDF estima que somente 4% do desflorestamento se devem a essa atividade [referência de Hall (1989:155)].

O pequeno impacto da extração de madeiras no caso da Amazônia brasileira se explica, por um lado, pela menor densidade de espécies comercializáveis comparado, por exemplo, às florestas tropicais do Sudeste Asiático e por outro lado, pelas distâncias e precariedade dos transportes na região, que restringiram a extração de madeiras às áreas ribeirinhas [Schneider (1990:42)].

A abertura de rodovias, contudo, propiciou um crescimento acelerado da comercialização e industrialização de madeiras da Amazônia. Assim, a taxa de crescimento média da produção de madeira em tora na região Norte, de 1975 a 1986, foi de 15,6% a.a. e sua participação no total brasileiro passa de 14,3 para 49,7% [Sawyer *et al.* (1990:100)].

As altas taxas de crescimento devem se manter no futuro. Como o estoque de madeiras comercializáveis (*broad-leaf timber*) da Amazônia brasileira representa praticamente um terço do total mundial e as reservas asiáticas declinam rápidamente, a exportação de madeiras deverá se tornar um fator cada vez mais importante de desflorestamento. Outra razão para se antecipar altas taxas de crescimento na extração de madeira são os requisitos de carvão vegetal das siderúrgicas que fazem parte do Projeto Grande Carajás [ver Uhl e Vieira (1988) para evidências e projeções catastróficas].

3.11. Um modelo simples de ocupação e desflorestamento

Esta seção apresenta estimações de um modelo bem simples para os processos de ocupação e desflorestamento da Amazônia brasileira. Apesar de sua simplicidade, o modelo capta os aspectos essenciais da dinâmica do desflorestamento na Amazônia, relacionando-a com os padrões espaciais de crescimento populacional e de expansão da fronteira.

3.12. O modelo

A finalidade do modelo é projetar tendências futuras do desflorestamento, bem como seus efeitos para as emissões de CO_2, e simular os efeitos de políticas econômicas alternativas. Nesse sentido, o modelo representa melhoria substancial em relação às projeções baseadas em simples extrapolações de tendências. Nessas análises de tendência está baseada grande parte das controvérsias sobre o problema do desflorestamento da Amazônia brasileira [para críticas das análises de tendências ver INPE (1989) e Schneider (1990:4-7)].

O modelo estimado compõe-se de duas equações. A primeira especifica, para um determinado momento no tempo, a relação entre taxa de desflorestamento e densidade geográfica das atividades econômicas:

$$\log(S/(1-S_0)) = a_1 + a_1 \log(X_2) + a_2 \log(X_n) + \ldots + a_n \log(X_n) \qquad (1)$$

onde,

S - taxa de desflorestamento (área desflorestada/área total)

X_i - densidade da atividade econômica i (volume da atividade/área total)

A segunda relaciona as taxas de crescimento das diferentes atividades econômicas em um determinado período à sua densidade geográfica no início desse período:

$$\hat{x}_i = b_{0i} + b_{1i} . \log(X_i) \qquad (2)$$

onde,

$\hat{x}$ - taxa de crescimento da atividade *i* em determinado período.

A escolha de uma função logística para a primeira equação se justifica pelo fato de o desflorestamento ser um fenômeno que tende à saturação em uma área geográfica dada. Ou seja, o efeito das atividades econômicas sobre o desflorestamento é crescente nos primeiros estágios do processo de ocupação e desflorestamento (áreas intactas) mas, paulatinamente, torna-se decrescente à medida que o desflorestamento avança, eventualmente anulando-se nas áreas totalmente desflorestadas.

A segunda equação procura mensurar os padrões de concentração ou dispersão espacial das diferentes atividades econômicas. Assim, uma determinada atividade estará se concentrando no espaço se b_1 for maior que zero, e se dispersando se b_1 for menor que zero.

As duas equações e hipóteses sôbre o crescimento futuro das principais atividades econômicas permitem projetar e simular ocrescimento do desflorestamento em nível municipal.

Como inexistem séries temporais para desflorestamento por municípios, o modelo foi estimado para uma *cross-section* de municípios da Amazônia. A utilização de análises de *cross-section* para projeções temporais, naturalmente, implica alguns riscos.

3.13. Dados e estimações

Para a estimação da primeira equação utilizou-se uma amostra de 165 municípios da Amazônia para os quais se dispunha dos dados sobre desflorestamento e para as demais atividades econômicas, a saber: população, rebanho de bovinos, área de lavouras, extração de madeiras e extensão das estradas de rodagem. Proxies para posseiros e mineração foram omitidas por não apresentarem resultados satisfatórios quando introduzidas.

A medida de desflorestamento utilizada é um conceito de estoque, ou seja, a extensão do desflorestamento em um determinado momento no tempo. Foram utilizados os dados sobre desflorestamento em nível municipal disponíveis em relatórios esparsos do IBAMA/IBDF, IBGE, SUDAM ou Polonoroeste, para épocas e regiões variadas - a saber, 1983 para Roraima e Acre; 1985 para Mato Grosso; 1986 para Rondônia e Pará; e 1987 para Amazonas e Acre.

Como problema dos dados, devem ser apontadas a ausência do Maranhão e a cobertura apenas parcial de Mato Grosso. Mais importante, a época de mensuração do desflorestamento não é a mesma para todos os municípios e, exceto para Mato Grosso, não coincide com a data dos levantamentos censitários que é 1985, muito embora a grande maioria se concentre em 1986/87. A solução precária foi introduzir *dummies* como variáveis independentes na equação 3.

Além disso, existem diferenças no conceito de desflorestamento, mormente no que diz respeito à identificação e tratamento do desmatamento nas áreas de savana. Existem também problemas de compatibilização das áreas municipais que, em alguns casos, não é a mesma para o IBAMA/INPE e o IBGE. Uma discussão desses problemas é feita no Apêndice I.

O problema da identificação do desmatamento em áreas de savanas é especialmente relevante para nossa análise. O problema básico é que em alguns relatórios desflorestamento foi medido como desmatamento, inclusive de savanas, enquanto em outros restringe-se ao desmatamento das áreas com fisionomia de florestas. Além disso, nem sempre os critérios de definição de florestas, áreas de tensão ecológica e savanas foram os mesmos.

O erro na medida da variável independente introduz vieses na estimativa dos efeitos da atividade econômica sobre o desflorestamento e desse sobre as emissões de CO_2. Assim, supondo-se que a atividade econômica se exerce com mais intensidade nas áreas de savana, a omissão do desmatamento que ocorreu nessas áreas tenderia a subestimar a estimativa dos efeitos da atividade econômica sobre o desflorestamento, na medida em que, nas áreas de mais savanas, observaremos atividade econômica mais elevada com o efeito sobre o desflorestamento relativamente reduzido.

Alternativamente, uma hipótese plausível seria que, por economias locacionais, nas proximidades das savanas, o efeito da atividade econômica sobre o desflorestamento seja mais intenso. Nesse caso, o viés se daria no sentido contrário, podendo inclusive compensar o anterior. Infelizmente, a base de dados atual é precária para enfrentar essas questões

Para a população, foram utilizadas as estimativas preliminares para 1985 do IBGE. Para áreas de lavoura e rebanho bovino, as informações são para 1985 e a fonte é o Censo Agropecuário do IBGE. Em todos os três casos, trata-se de um conceito de estoque. Diferentemente, para extração de madeiras, obtida da Produção Extrativa Vegetal por Municipios do IBGE, trata-se de uma medida de fluxo; para minorar esse problema, contudo, acumulamos os valores para os anos 1982/85. Por fim, para rodovias, foram feitas estimativas da extensão das estradas pavimentadas e não pavimentadas com base em mapas estaduais do DNER para o ano de 1985 ou 1986, conforme o estado.

Duas outras variáveis foram introduzidas nas estimações: a distância do município à capital estadual para captar efeitos gravitacionais na atividade econômica, e variáveis *dummies* por estado cuja finalidade básica é tentar reduzir vieses introduzidos pelo fato de que o

desflorestamento foi medido em anos diferentes conforme o estado ou região. Uma discussão mais detalhada da amostra e das variáveis é feita no Apêndice I.

Os resultados obtidos são reportados abaixo:

$$\begin{aligned} DEFOR = {} & \underset{(0.11^{*})}{0.30POP} + \underset{(0.11^{*})}{0.40CROP} + \underset{(0.06)}{0.11HERD} + \underset{(0.04)}{0.04WOOD} + \underset{(0.06^{*})}{0.28ROAD} \\ & - \underset{(0.07)}{0.02DIST} - \underset{(0.47^{*})}{2.42} + \underset{(0.37)}{0.17D1} + \underset{(0.40)}{0.37D2} + \underset{(0.36)}{0.24D3} - \underset{(0.51)}{0.69D4} \\ & + \underset{(0.31^{*})}{1.19D5} - \underset{(0.60^{*})}{2.89D6} \end{aligned} \qquad (3)$$

$$Crsq = 0.84 \quad Rmse = 1.02 \quad N = 165$$

onde,

DEFOR = S/(1-S)

S = porcentagem desflorestada da área do município, circa 1985/1987;

POP = população por km^2 em 1985;

CROP = porcentagem da área em lavouras em 1985;

HERD = cabeças de gado por km^2 em 1985;

WOOD = m^3 de madeira por km^2 em 1982-85;

ROAD = km. de rodovias por km^2 nas zonas de tráfego em 1985;

DIST = distância em km. da capital do estado;

D's = *dummies* para estados;

e, além disso, Crsq é o coeficiente de correlação corrigido pelos graus de liberdade; Rsme é a raiz do erro quadrático médio; N é o tamanho da amostra; e os números entre parênteses são erros-padrão das estimativas -- com os asteriscos denotando que são significativos a 1% . Exceto pelas *dummies*, todas as variáveis estão logaritmadas.

O ajustamento da equação é excelente. Apesar da presença de multicolinearidade, a estimativa dos parâmetros é significativa no caso das variáveis população, lavouras, rodovias e, em menor grau, pecuária. No caso de extração de madeiras, contudo, o coeficiente não é significativamente diferente de zero.

O maior valor da elasticidade do desflorestamento ocorre em relação à área de lavouras. As elastidades em relação à população e rodovias são da mesma ordem de magnitude. Em relação à pecuária, contudo, o valor da elasticidade é de, aproximadamente, um terço daquele encontrado para áreas de lavoura. Esse resultado é surpreendente dada a opinião freqüentemente veiculada que "cattle ranching has been the foremost cause of forest conversion" [Repetto (1988:74)].

Note-se, contudo, que a contribuição relativa de uma atividade econômica para o crescimento do desflorestamento em determinado período resulta do produto da elasticidade do desflorestamento em relação a essa atividade e de sua taxa de crescimento no período em caso. Ademais, como o valor da

elasticidade varia com a taxa de desmatamento, a contribuição também depende da distribuição do crescimento da atividade entre áreas pouco e muito desflorestadas.

Comparações dos padrões de crescimento das lavouras e da pecuária no período 1975/85 mostram que, na média, as lavouras cresceram mais, em especial nas áreas mais desflorestadas. Ademais, simulando-se a equação (3) para as variações historicamente observadas do período 1980/85, as contribuições relativas do crescimento das diversas atividades são, aproximadamente, 49% para população, 20% para lavouras, 13% para extração de madeira, 10% para pecuária e 8% para rodovias. Esses resultados sugerem que a importância da pecuária como fator de desflorestamento é bastante superestimada na literatura.

Pode-se contra-argumentar que, na verdade, é a atividade pecuária se sucedendo ás lavouras que, por um lado, causa o desflorestamento -- na medida em que a valorização da terra e não a lavoura é rentável -- e, por outro lado, por suas conseqüências ecológicas, torna-o irreversível. Infelizmente, a base de dados é precária e o modelo muito simplificado para enfrentar essas questões de caráter essencialmente dinâmico.

Estimações da equação (2) com bases em dados de cross-section para os períodos 1980 e 1985 foram feitas no caso de população, lavouras, pecuária. Por limitação de dados, no caso de extração de madeiras, o período 1982 e 1985. Por fim, no caso de rodovias, não se estimou uma equação de comportamento já que essa é, tipicamente, uma variável exógena de política. Os resultados são apresentados a seguir:

$$G_{POP} = \underset{(0.01)}{0.19} - \underset{(0.006)}{0.02}POP_{80} \qquad \text{período 1980-85} \qquad (4)$$

Crsq = 0.04 Rmse = 0.20 N = 335

$$G_{HERD} = \underset{(0.03)}{0.37} - \underset{(0.01)}{0.09}HERD_{80} \qquad \text{período 1980-85} \qquad (5)$$

Crsq = 0.12 Rmse = 0.54 N = 335

$$G_{CROP} = \underset{(0.03)}{0.12} - \underset{(0.01)}{0.10}CROP_{80} \qquad \text{período 1980-85} \qquad (6)$$

Crsq = 0.11 Rmse = 0.45 N = 335

$$G_{WOOD} = \underset{(0.05)}{0.04} - \underset{(0.02)}{0.08}WOOD_{80} \qquad \text{período 1982-85} \qquad (7)$$

Crsq = 0.03 Rmse = 0.92 N = 284

onde,

$G_X = X_{85} - X_{80}$

X_t = logaritmo da densidade de POP, CROP, HERD, WOOD no ano t .

As equações (4-7) são demasiadamente simples para conseguirem explicar uma parte significativa da variância das taxas de crescimento de cada uma das atividades econômicas nos municípios da amostra; portanto, os valôres dos coeficientes de correlação são extremamente baixos. Contudo, em todas as equações, a relação entre a densidade geográfica de uma atividade e sua taxa de crescimento foi precisamente estimada, como se pode ver pelos erros padrões permitindo, portanto, discernir o padrão espacial em cada um deles.

Os resultados mostram que, no período 1980/85, caracteriza-se um padrão de dispersão espacial das atividades econômicas típico da expansão de fronteiras, onde as taxas de crescimento são menores nas áreas de menor densidade de atividade econômica. Esse padrão é, basicamente, o mesmo para as áreas de lavoura, pecuária e extração de madeira, que apresentam valôres dos coeficientes angulares que não são significativamente distintos. Para todas as três atividades, o crescimento no período 1980/85 foi de 8% a 10% menor por cada ponto percentual a mais na densidade da atividade econômica do município em 1980. Contudo, as taxas médias de crescimento dessas atividades diferiram significativamente, como se pode ver pelos valores dos coeficientes lineares (que, no caso, de extração de madeira, deve ser desconsiderado por se tratarem de fluxos e para um período menor).

Como se pode esperar, as taxas de dispersão da população são significativamente menores, indicando que, nesse caso, as forças centrípetas de expansão da fronteira foram contra-restadas por fenômenos de aglomeração, em especial , pela urbanização e industrialização.

3.14. Projeções

A hipótese básica da projeção do desflorestamento na Amazônia brasileira no ano 2000 que será apresentada, é que o padrão de crescimento entre 1985/2000 será semelhante àquele que se observou entre 1980/85. Ou seja, não só as taxas de crescimento serão similares, mas o padrão espacial do crescimento será o mesmo.

No modelo, isso significa que a projeção da distribuição municipal da atividade econômica no ano 2000 é feita utilizando-se o sistema de equações 4 a 7, adotando-se para cada uma delas um coeficiente linear consistente com a hipótese feita sôbre a taxa de crescimento média da atividade correspondente no período 1985/2000. A partir disso, o desflorestamento em cada município é obtido pela equação 3.

Para a população, supõe-se, de acordo com Martine (1989), um crescimento médio de 3,2% a.a. entre 1985 e 2000 que se baseia na extrapolação das tendências demográficas recentes -- em especial, no declínio das taxas de fertilidade e mortalidade; e na manutenção das altas taxa de migração

inter-regional da década dos 70, quando essa foi responsável por, aproximadamente, 40% do crescimento demográfico da Amazônia.

Embora o crescimento populacional suposto, sobretudo pela contribuição da migração inter-regional, possa ser considerado excessivo, deve-se ter em conta que a dinâmica demográfica da Amazônia tornou-se mais endógena. Assim, as altas taxas de crescimento natural nas áreas de fronteira associado ao significativo contingente populacional buscando uma nova fronteira economica, atualmente existente dentro da Amazônia, criam um potencial elevado de crescimento demográfico [Hakkert, (1990)].

Para o nível de atividade econômica agregado, supõe-se, com base no modelo de insumo-produto regional de Castro (1989:303), um crescimento médio do PIB regional de 6,2% a.a entre 1985 e 2000. Comparado com 1980/85, essa trajetória é mais lenta e também mais balanceada setorialmente. Ainda assim, essa hipótese poderia ser considerada um limite superior, pois subjacente a ela estão duas suposições otimistas: um crescimento de 5% a.a. para o PIB brasileiro na década de 1990 e a constância da relação entre as taxas de crescimento do PIB nacional e regional.

Desagregadamente, as hipóteses são de taxas médias de crecimento, no período 1985/2000, de 8% a.a. para o crescimento do rebanho, 6% para as áreas de lavouras e 7,5% para o volume de extração de madeira. Para rodovias, as projeções foram feitas com base na extensão das rodovias planejadas em nível estadual [IBGE (1990)], supondo-se que estas serão construídas de 1985 a 2000.

Os resultados das projeções, agregados por estados, são apresentados na Tabela 9. As taxas de crescimento projetadas são impressionantes, sobretudo em estados ou áreas ainda relativamente preservados como Amapá, Roraima, Acre e Amazonas. Para o total da Amazônia, projeta-se um crescimento de 5,2% a.a. entre 1985 e 2000, o que implica que 13,6% do seu território estarão desflorestados no ano 2000.

Testando as projeções, para o ano de 1989, a extensão do desflorestamento estimada pelo modelo é 0.052 x 394772 = 20.528 km^2, cifra bastante próxima dos 21.318 km^2 estimado como a taxa média de desflorestamento (com uma banda de 10%) pelo próprio INPE.

Tabela 9
AMAZÔNIA BRASILEIRA: PROJEÇÃO DA ÁREA DESFLORESTADA NO ANO 2000 POR ESTADO (EM KM^2)

	Área 1989	desflor. 2000	Crescimento em: em km^2	(%a.a.)	Percentual 1989	2000
Rondôonia	31375	54766	23391	5,2	13,1	22,9
Acre	8831	18971	10140	7,2	5,7	12,3
Amazonas	19460	48379	28919	8,6	1,2	3,1
Roraima	3560	9451	5891	9,4	1,6	4,2
Pará	140366	239423	99057	4,9	11,3	19,3
Amapá	866	2405	1539	9,7	0,6	1,7
Tocan.+Goiás	22321	32613	10292	3,5	7,3	10,8
M. Grosso	88466	136268	47802	4,4	9,0	14,5
AML[a]	394772	686986	292214	5,2	7,8	13,6

Fonte: estimação dos autores
Obs. : [a] supondo-se que o Maranhão cresce à taxa média dos demais estados.

Foram feitas também projeções para 2030 supondo-se as seguintes taxas de crescimento médias anuais para o período 1990/2030: 2% para população, 7% para rebanhos, 5% para áreas de lavouras, 6,5% para extração de madeiras e 2,1% para rodovias. Apesar de menores, como tendências seculares, essas taxas ainda podem ser consideradas altas.

Os resultados obtidos são taxas de crescimento média da área desflorestada de 3,7% a.a. entre 1990/2030. A área desflorestada em 2030, de acordo com essas hipóteses, será de 1.785 mil km^2, ou 35,7% da área geográfica da Amazônia brasileira. Tratam-se, sem dúvidas, de grandezas alarmantes por suas presumíveis consequências ecológicas.

Para se projetar as emissões de CO_2, conforme discute-se na Seção II, utilizamos os parâmetros de Salati et al.(s.d.) -- a) biomassa de 240-400 t/ha; b) contendo 50% de CO_2 c) totalmente (100%) queimada com o desflorestamento -- que implicam 140-200 t/ha de CO_2. Baseado nesse parâmetro, obtem-se os resultados apresentados na Tabela 10.

Tabela 10
PROJEÇÕES DO POTENCIAL DE EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO PARA A ATMOSFERA CAUSADO PELO DESFLORESTAMENTO DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Ano	Área desflo-restada(km^2)	Emissões (10 15 gC/ano)	Contribuição cumulativa (%)
1989	394.772	0,29 - 0,41	5,5 - 7,9
2000	686.986	0,48 - 0,69	9,6 - 14,0
2030	1.774.785	0,92 - 1,31	24,8 - 35,5

Fonte: Estimativas dos autores

As emissões globais de CO_2 para a atmosfera foram de 6,19 bilhões de toneladas, segundo o WRI(1989). Portanto, em 1989, a contribuição marginal do desflorestamento da Amazônia para as emissões de dióxido de carbono para a atmosfera situam-se entre 4,7 e 6,6% , o que significa algo como 2,4 e 3,3% do efeito estufa.

Para o futuro, o WRI(1989) estima que a concentração de CO_2 na atmosfera crescerá 1,01% a.a. entre 1989 e 2030. Se as áreas desflorestadas crescerem a 3,7% a.a. no mesmo período, a contribuição marginal do desflorestamento do Amazônas para as emissões de CO_2 para a atmosfera, em 2030, estará entre 14 e 18%.

4. AS ALTERNATIVAS DE POLÍTICAS ECONÔMICAS

Esta seção discute alternativas de políticas econômicas para se conter o ritmo do desflorestamento na Amazônia brasileira. Com certo ceticismo, o ponto de partida é a identificação dos obstáculos estruturais para uma solução sustentável. Em seguida, discutem-se os problemas de incentivos gerados pelo acesso ilimitado (open access) aos recursos florestais da Amazônia e pela fraqueza do aparato institucional e legal na região. De uma perspectiva mais positiva, avaliam-se as iniciativas de políticas governamentais do passado recente. Finalmente, discutem-se as possíveis contribuições das agências e organismos internacionais.

4.1. Reformas estruturais

O desafio básico para o desenvolvimento da Amazônia é como compatibilizar a expansão da fronteira econômica com a preservação ecológica da floresta tropical. Para tanto, não se pode perder de vista algumas características essenciais da região.

Antes de mais nada, sua dimensão continental e sua importância como fronteira econômica na agricultura, energia, mineração e de recursos florestais. Embora óbvio, esse aspecto é, às vezes, negligenciado nas recomendações de políticas feitas seja de uma perspectiva internacional ampla demais, ou então de perspectivas setorial, regional ou ecológica restritivas. [Repetto (1988:32-44), Fearnside (1988:296)].

A perspectiva histórica também é fundamental. Apesar dos estímulos equivocados das políticas regionais das últimas décadas, a expansão da fronteira é característica essencial do padrão histórico do desenvolvimento brasileiro, desempenhando papel fundamental como válvula de escape da explosiva combinação de altas taxas de crescimento populacional e de graves problemas de desigualdades de rendas e propriedade da terra. Nesse sentido, os equivocos recentes das políticas regionais vieram, simplesmente, exacerbar uma solução de compromisso secular.

Essas constatações introduzem um certo ceticismo, pois indicam que os fundamentos para uma solução definitiva do problema do desflorestamento da Amazônia dependem de iniciativas governamentais bem mais amplas, profundas do que aquelas especificamente orientadas para os problemas de preservação dos recursos florestais ou da Amazônia isoladamente considerada. Sugerem

também que essas soluções serão mais lentas do que o desejável.

Para promover as reformas estruturais necessárias para se conter o ritmo de expansão da fronteira Amazônica, o governo terá que atuar em pelo menos três grandes áreas da política econômica. A primeira é a política de desenvolvimento regional da região onde o paternalismo tem sido a marca registrada. Medidas, nêsse sentido, foram postas em prática, nos últimos anos, reduzindo-se e, em alguns casos, extinguindo-se os incentivos fiscais regionais. Contudo, os retrocessos aparecem, por exemplo, na recente reintrodução dos subsídios regionais. Alem disso, alguns incentivos estão garantidos pela Constituição Federal como é o caso daqueles relacionados à Zona Franca de Manaus.

Uma sugestão complementar na política regional seria redirecionar os incentivos para as áreas de cerrado da região Centro-Oeste, onde ainda existe abundância de terras e também um estoque maior de pesquisas e conhecimento sobre tecnologias agrícolas.

Mais importante, talvez, a ampliação da malha rodoviária na Amazônia terá que ser contida e seletiva de forma a minimizar o acesso por terra às áreas ainda preservadas que possuam baixo potencial agricultável [Mahar (1989:47), Schneider (1990:82)]. Uma medida complementar para exaurir a possibilidade de renda na fronteira seria a eliminação (gradual) dos subsídios implícitos na unificação nacional do preço do diesel e de outros insumos energéticos para transportes [Fearnside (1998:26), Schneider (1990:)].

A segunda área de política econômica que carece de mudanças radicais é o tratamento fiscal das atividades relacionadas com a posse e o uso da terra cujos efeitos sobre a distribuição de renda e riqueza são nitidamente regressivos. Assim, o crédito subsidiado e as isenções fiscais da agricultura são capitalizados no preço da terra que se torna proibitivo para a grande maioria da população rural. Em consequência, a mobilidade social é restringida e a alternativa aberta é a migração rural-urbana ou para as áreas de fronteiras [Binswanger (1989), Repetto (1988:27)].

Finalmente, a terceira área de reformas seria atuar diretamente sôbre a estrutura agrária das regiões de colonização antiga tendo em vista aumentar o acesso à propriedade da terra, ampliar a a oferta de emprego e prover melhorias nas condições sociais, de forma a aumentar o potencial de fixação do meio rural.

As restrições políticas para essas reformas são consideráveis. Como na fronteira, os agentes econômicos se comportam de fato como oportunistas (free riders), as coalizões de interesses dentro da própria região Amazônica são francamente contrárias a toda e qualquer mudança na política regional que implique restringir sua expansão. Esse problema se torna ainda mais grave no contexto de maior descentralização de receitas e despesas que se estabelece com a reforma constitucional de 1988. [Schneider (1990:)]. Por sua vez, às reformas da estrutura agrária e da tributação na agricultura opoem-se, naturalmente, coalizões de interesses poderosos espalhados por todo o país. Portanto, o ritmo das reformas deverá ser

necessariamente moroso.

4.2. Recursos abertos, degradação ambiental e falências institucionais

Além da contenção dos fatôres responsáveis pela expansão da fronteira, o desenvolvimento sustentável da Amazônia requer que, dentro da própria região, as decisões relativas ao uso dos recursos florestais obedeçam a critérios de eficiência no longo prazo.

A ineficiência na utilização dos recursos florestais da região deriva-se básicamente de duas fontes. Primeiro, a falencia do mercado causada pela persistência de um contexto econômico em que direitos de propriedade não estão ainda exaustivamente regulamentados. A abundância de terras, florestas e reservas minerais no domínio público torna-os, praticamente, recursos livres (open access resources). Devido a isso, esses recursos tendem a ser utilizados além daquilo que seria eficiente de uma perspectiva social [Gordon (1954) e Southgate (1988:7)].

A outra fonte de ineficiência é a falência institucional cuja origem está na vastidão geográfica da região. O fundamento do problema está na escassa presença das instituições governamentais na região e, em conseqüência, na fraqueza das estruturas administrativas e jurídicas para lidar com os problemas de desflorestamento e utilização ineficiente dos recursos florestais. A dispersão da atividade econômica na região faz que os custos econômicos e políticos da regulamentação, implementação e monitoramento sejam proibitivos. Com diferenças de graus e consequências, esse problema aparece na agricultura, pecuária, mineração e extração de madeiras.

Nessas condições, a tentativa de se regulamentar a propriedade e a utilização de recursos é, o mais das vezes, ineficaz, quando não acarreta efeitos perversos segundo critérios de eficiência social [Repetto (1988:37)].

A falência institucional revela-se, por exemplo, na incapacidade do governo de implementar legislação já existente -- como é o caso da Lei 7511, de 7 de julho de 1986, que proibe o desflorestamento, ou das regulamentações datando de 1965, que requerem que pelo menos 50% da área das propriedades agrícolas devam ser mantidas como reservas florestais. Os altos custos de fazer cumprir a legislação faz dela letra-morta.

Exemplo de perversão era a legislação abolida pelo programa "Nossa Natureza", em 1989, que permitia regulamentar a propriedade da terra com base na área cultivada, cujo efeito principal era estimular o desmatamento já que a propriedade poderia ser legalmente requerida para uma área de até três vezes aquela desmatada pelo posseiro. [Binswanger (1989:9)].

A ausência de vontade política em nível estadual e municipal é outro aspecto fundamental do problema. A falta de capacidade ou incentivos nessas esferas dificultam uma ação integrada com as agencias federais fazendo que, mesmo sendo correta, a legislação simplesmente não seja implementada.

A solução desses problemas depende fundamentalmente do fortalecimento institucional das agências governamentais que lidam com os problemas de políticas de utilização do solo e, mais especificamente, com a questão do desflorestamento, com a finalidade de aumentar sua capacitação técnica e administrativa para pesquisa, regulamentação, monitoramento e implementação da legislação em nível local e nacional.

Algum fortalecimento institucional em nível nacional tem ocorrido nos últimos anos [Seroa da Motta (989)]. Assim, desde 1981, quando o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SINASMA) e a Política Nacional do Meio Ambiente foram criados por lei, observou-se uma expansão significativa na demarcação de áreas para as finalidades de preservação, como se mostra na Tabela 11.

Tabela 11
AMAZÔNIA: ÁREAS DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL SEGUNDO FINALIDADE E DATA DE CRIAÇÃO (EM 1000 KM^2)

Finalidade	Área criada: antes 1980	entre 81-84	entre 85-90	Área Total 1990	% AML
Parque Nacional	54,8	31,7	10,6	97,1	1,9
Reservas biológicas	5,9	13,2	10,6	29,8	0,6
Estações ecológicas	-	18,9	8,1	26,9	0,5
Reservas ecológicas	-	11,3	...	11,3	0,2
Áreas de proteção	-	3,9	10,7	14,6	0,3
Floresta Nacional	8,6	2,2	111,7	122,5	2,5
Reserva Extrativa	-	-	21,6	21,6	0,4
Áreas Indígenas				837,7	17,1

Fonte: IBAMA. Obs.: - inexistente; ... insignificante.

Outros avanços importantes foram o programa "Nossa Natureza", criado em 1989, e a legislação sobre meio ambiente contida na Constituição Federal de 1988 que definiu a Amazônia, juntamente com outros ecossistemas brasileiros, como patrimônio nacional, requerendo, portanto, regulamentação especial para a exploração e a preservação dos seus recursos naturais. Finalmente, em março de 1990, a SEMAM (Secretaria do Meio Ambiente) foi regulamentada como secretaria independente e, em conseqüência, o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) enquanto agência tornou-se mais efetivo no monitoramento dos problemas ambientais da Amazônia.

As prioridades imediatas são fortalecer a coordenação das atividades desempenhadas pelas diferentes agências governamentais e definir padrões de regulamentação e monitoramento. Outra necessidade crucial é criar mecanismos que sejam mais eficientes, no sentido de minimizar os custos necessários para se implementar a legislação. Nesse sentido, atenção tem que se voltar para aspectos diversos como o uso de tecnologias mais atualizadas e a melhoria dos sistemas de incentivos para o monitoramento nos varios níveis, desde o Tesouro Federal até o guarda florestal local [Binswanger (1988:19)].

4.3. A contribuição das organizações internacionais

O desflorestamento tropical é, naturalmente, um assunto de grande preocupação para a comunidade internacional. As estimativas apresentadas ao longo desse trabalho sugerem que os custos do desflorestamento da Amazônia podem der considerados excessivamente elevados quando comparados aos benefícios gerados para a economia brasileira.

Essa constatação, contudo, não é suficiente para resolver as questões econômicas internacionais que se colocam. Para o Brasil, utilizar os recursos naturais da Amazônia de acôrdo com objetivos e restrições globais imporá custos para o desenvolvimento da região e do país. Apesar de todos os equívocos ecológicos do passado (The Ecologist, dez. de 1987), não se pode negar que, de uma perspectiva "egoista", os objetivos do desenvolvimento brasileiro ou regional poderiam ser alcançados com menores custos se os recursos naturais fossem utilizados sem restrições -- naturalmente, pressupondo mais racionalidade que no passado.

O país deve, portanto, ser compensado pelos custos impostos por uma estratégia de crescimento mais restringida. Por critérios de eqüidade, além disso, países como o Brasil devem ser compensados, no mínimo, porque estão sacrificando o crescimento para resolver problemas que, em grande parte, são conseqüência do crescimento "sem restrição" posto em prática pelos países industrializados.

Isso não implica, naturalmente, que o Brasil esteja isento de responsabilidades internacionais, nem que o desflorestamento imporá custos específicos para o Brasil. Mas, como coloca, Handl (1990:39) "the fact that national restraint would also be in the long-term interest of the developing country itself should not detract from compensation as a matter of right"

Ainda que a compensação de custos de oportunidade seja aceito como princípio, sua implementação não é tarefa simples. Pelo menos três grandes questões devem ser equacionadas. Primeiro, qual o valor dos benefícios que o desflorestamento da Amazônia gera para a economia brasileira? Segundo, quem pagará pelos custos da contenção do desflorestamento? E, finalmente, que mecanismos podem tornar efetivos os objetivos da compensação?

Não existem respostas simples para as questões acima. Teoricamente, os mecanismos de mercado provêem soluções conjuntas para todas elas através, por exemplo, de contratos de aluguel ou mesmo de venda dos direitos de decisão sobre o desenvolvimento e utilização das florestas tropicais para organizações internacionais ou países estrangeiros. [Gold ***, Katzman e Cale ***)].

Por problemas de soberania política, contudo, as soluções de mercado como essas são, no mais das vezes, inaceitáveis. As reações nacionalistas às recentes negociações de conversão da dívida em projetos ambientais na Bolívia são um exemplo em caso. (Bramble et al.)

Pode-se concluir, em suma, que embora os objetivos sejam claros, existe

ainda muito espaço para divergências e, portanto, para a mediação. Nesse contexto, os organismos internacionais podem e devem desempenhar um papel fundamental.

A conexão desflorestamento-endividamento externo parece uma área fértil nesse sentido. [Speth (1990)]. Como o Brasil e outros grandes desflorestadores são também os paises subdesenvolvidos com maiores dívidas externas, os programas de conversão da dívida em projetos ambientais imediatamente se sugerem como mecanismos para a solução dos problemas colocados pela necessidade de compensação.

Um pouco de reflexão, contudo, é suficiente para mostrar que a contribuição a ser esperada dos projetos de conversão de dívida em meio ambiente é pouco significativa dadas as dimensões dos problemas da dívida externa e do desflorestamento da Amazônia. Para ser de alguma significancia, o montante de conversões, certamente, seria prejudicial para o esforço de controle inflacionário doméstico.

Mais importante ainda, a conversão da dívida em projetos ambientais pode ser uma direção desastrosa para a política ambiental, na medida em que estessão vistos como "condicionalidade verde" e, assim, podem facilmente exarcebar atitudes de confrontação baseadas em ideais de nacionalismo e soberania. Devido a isso, podem gerar acordos internacionais instáveis e, nesse sentido, solapar os objetivos ambientais [Piddington, (1988)].

Concluindo, dívida externa e problemas ambientais devem, em princípio, ser tratados como problemas à parte. Se, de fato, o desflorestamento tropical e suas emissões de dióxido de carbono é considerado uma ameaça para a economia mundial, justifica-se que recursos adicionais sejam levantados com êsse fim específico. Os projetos de conversão contribuirão, no máximo, para as ONG (organizações não governamentais) brasileiras, um objetivo meritório ainda que limitado.

Como mediadores de conflitos, os organismos internacionais terão que convencer a todas as partes envolvidada de que as restrições impostas ao crescimento das regiões de florestas tropicais serão, de fato, justamente compensadas. Isso requer, previamente, uma avaliação sistemática das questões de eficiência e eqüidade relacionados ao efeito estufa e o aquecimento global, bem como dos custos e benefícios das restrições de crescimento impostas nas áreas de floresta tropical.

No caso brasileiro, a prioridade atual é conter o ritmo do desflorestamento da Amazônia. Nesse sentido, os esforços internacionais devem se dirigir para o fortalecimento das instituições públicas e privadas que lidam diretamente com a questão do desflorestamento, em especial o IBAMA. A ajuda técnica e financeira a essas instituições é necessária para ampliar sua capacitação nas áreas de pesquisa, regulamentação, monitoramento, surveillance e, talvez mais importante, de fazer marketing dos objetivos ecológicos.

BIBLIOGRAFIA

ARRHENIUS, Erik, WALTZ, Thomas W. The Greenhouse Effect: implications for economic development. Washington, D.C.: World Bank, Apr. 1990. 18 p. (World Bank Discussion Paper, 78).

BENCHIMOL, S. Amazônia: planetarizacão e moratória ecológica. Manaus: ISEA, 1989.

BINSWANGER, H. P. Government policies that encourage deforestation in the Amazon. Washington, D.C.: World Bank, April 1989. (World Bank. Environment Dept. Working Paper, 16).

BOUWMAN, A. F. Land use related sources of Greenhouse Gases; present emissions and possible future trends. Land Use Policy, p. 154-164, Apr. 1990.

BOWMAN, John. The Greenhouse Effect. Land use policy, p. 101-108, Apr. 1990.

BRAMBLE, Barbara et al. A brief summary of debt-for-nature swaps. Umpublished report prepared for the Debt-for-Nature Ad Hoc Working Group, n.d.

BROWDEN, John O. The social costs of rain forest destruction: A critique and economic analysis of the 'Hamburguer Date'. Interciência, v. 13, n. 3, p. 115-120, May/June 1988.

BUNKER, S. Underdeveloping the Amazon: extraction, unequal exchange and the failure of the modern state. Urbana: University of Illinois Press, 1985.

CARDOSO, F. H. , MULLER, G. Amazônia: expansão do capitalismo. São Paulo: Brasiliense, 1977.

CARVALHO, José Alberto M. et al. Migrações internas na Amazônia. In: COSTA, José M. M. Amazônia: desenvolvimento e ocupação . Rio de Janeiro: IPEA, 1978. p. 193-243.(Série Monográfica, 29).

CASTRO, Newton R. Perspectivas de desenvolvimento regional. In: PERSPECTIVAS DA ECONOMIA BRASILEIRA - 1989. Rio de Janeiro: INPES/IPEA, 1989. p. 287-318.

DAVIS, S. Victims of the miracle. Cambridge: Cambridge University Press, 1977.

THE ECONOMIST: Costing the Earth; A survey of the environment; The Economist, London, v. 312, n. 7618, Sept. 2, 1989. 18 p.

FEARNSIDE, P.M. A floresta vai acabar?. Ciência Hoje, v. 2, n. 10, p. 44, jan/fev 1984.

FEARNSIDE, P. M. Brazilés Amazon Forest and the global carbon problem. Interciência, Caracas, v. 10, n. 4, p. 179-183, July/Aug. 1985.

FEARNSIDE, P. M. Summary of progress in quantifying the potential contribuition of Amazônian Deforestation to the global carbon problem. In: ATHIE, D., LOVEJOY, T. E., OYENS, M. (eds.). Proceedings of the Workshop on Biogeochemistry of Tropical Rain Forests: Problems for Research. Piracicaba: Univ. de São Paulo, Centro de Energia Nuclear Para a Agricultura (CENA), 1987. p. 75-82.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento e desenvolvimento agrícola na Amazônia brasileira. In: AMAZÔNIA: a fronteira agrícola 20 anos depois. Belém, 5-7 dez. 1988.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: uma revisão crítica da estimativa do programa nossa natureza. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), June 1989. 8 p. (Internal Discussion Paper).

FEARNSIDE, P. M. Deforestation and agricultural development in Brazilian Amazônia. Interciência, Caracas, v. 14, n. 6, p. 291-297, Dec. 1989.

FEARNSIDE, P. M. Environmental change and deforestation in the Brazilian Amazon. In: HEMMING, J. (ed.). Change in the Amazon Basin: Manés Impact on Forests and Rivers. Manchester, U.K.: Manchester University Press, s.d.. 222p.

FLAVIN, Christopher. Slowing global warming: a worldwide strategy. Washington: D.C. World Watch Institute, Oct. 1989. 94 p. (The Worldwatch Paper, 91).

GASQUES, J. C. , YOKOMISO, C. Avaliação dos incentivos fiscais na Amazônia. Brasília: IPEA/IPLAN, dez. 1985, 53 p.

GOLDEMBERG, José, FREITAS, M. L. D. Energy strategies for Latin America. Rotterdam, s. ed., Nov. 1989. 21 p.

GOLDEMBERG, José. Amazônia and the Greenhouse Effect. In: AMAZONIA: facts, problems and solutions meeting. São Paulo, Aug. 1989. Anais... São José dos Campos: USP/INPE, 1989. v.1. p. 48-52.

GOODLAND, Robert. Brazil's environmental progress in Amazônian development. In: HEMMING, J. (ed.). Man's Impact on Forests and Rivers. Manchester: Manchester University Press, 1985. 2 v., cap. 1, p. 5-335.

GOODLAND, R. Environmental ranking of Amazônian development projects in Brazil. Environmental Conservation, v. 17, n. 1, p. 9-26. Spring 1980.

GORDON, H. The economic theory of a common property resource: the fishery. Journal of Political Economy, v. 62, n. 2, p. 124-142, 1954.

GRUBB, Michael. The Greenhouse Effect: negotiating targets. London: The Royal Institute of International Affairs, 1989. 56 p.

HAKKERT, R. Projeções demográficas regionalizadas para o Brasil. Relatório de Pesquisas para Eletronorte. Belo Horizonte, 1990. Mimeo.

HALL, Anthony L. Developing Amazônia: deforestation and social conflict in Brazil's Carajás Programme. Manchester: Manchester Univ. Press, 1989. 295 p.

HANDL, G. Law and protection of the atmosphere. Economic Impact n. 71, 1990.

HANSEN, Stein. Debt for nature swaps: overview and discussion of key issues. Washington D.C.: World Bank, Feb. 1988. (World Bank. Environmental Dept. Working Paper, 1).

HEBBETTE, Jean, MARIN, Rosa, E. A. Colonização: articulações no nível econômico e no nível político. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPEC, 6. Gramado, 1978. Anais Porto Alegre: EMMA, 1978. v. 1, p. 131-188.

HECHT, S. B. Environment, development and politics: capital accumulation and the livestock sector in Eastern Amazônia. World Development, v. 13, n. 6, p. 663-684, 1985.

HECHT, Suzanna B., NORGAARD, Richard B. and POSSIO, Giorgio. The economics of cattle ranching in Eastern Amazônia. Interciência, Caracas, v. 13, n. 5, p. 233-240, Sept./Oct. 1988.

HEMMING, J. (ed.). Man's impact on forests and rivers, Manchester Univ. Press 2 vols.- Goodland, Robert: Brazilés environmental progress in Amazônian development.

HOUGHTON, Richard A., WOODWELL, George M. Global climatic change. Scientific American, v. 260, n. 4, p. 36-44, Apr. 1989.

IBDF. Alteração da cobertura vegetal do Estado do Acre. Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil. Relatório Técnico. Brasília, 1982.

IBDF. Alteração da cobertura vegetal natural do Estado do Mato Grosso. Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal Brasileira. Relatório Técnico. Brasília, 1982a.

IBDF. Alteração da cobertura vegetal natural do Território de Roraima. Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal Brasileira. Relatório Técnico. Brasília, 1983.

IBDF. Alteração da cobertura vegetal do Estado do Amapá. Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil. Convênio IBDF/SUDAM. Projeto Desmatamento. Brasília, 1983a. (Relatório Técnico, 3).

IBDF. Monitoramento da alteração da cobertura vegetal natural da Área do Programa Polonoroeste nos Estados de Rondônia e Mato Grosso. Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil. Relatório Técnico. Brasília, 1985.

IBDF. Alteração da cobertura do Estado do Pará. Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil Relatório Técnico. Belém, 1988.

IBDF. Alteração da cobertura vegetal do Estado do Acre. Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil. Relatório Técnico. Brasília, 1988a.

IBDF. Monitoramento da cobertura floretal da Amazônia Brasileira; Resenha Geral. Brasília, 1988b.

IBDF. Alteração da cobertura vegetal natural do Estado de Rondônia. Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil. Relatório Técnico. Brasília, 1989.

IBGE. Atualização da cobertura vegetal - Programa Polonoroeste. Convênio IBGE/IBDF. Rio de Janeiro, 1988.

IBGE. Estatísticas Históricas do Brasil. Rio de Janeiro, 1987.

IBGE. Anuário Estatístico do Brasil - 1989. Rio de Janeiro, 1990.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Avaliação da alteração da cobertura florestal na Amazônia legal utilizando sensoriamento remoto. 2. ed. São José dos Campos, 1989.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Estado do desflorestamento da floresta AmazÔnica Brasileira em 1989 por A. T. Tardin, J. R. Santos, e L. G. Meira Filho. São José dos Campos, 1990. (mimeo)

MAHAR, D. Government policies and deforestation in Brazil's Amazon Region. In: AGRICULTURE, Forestry and Global Climate Change: A Reader. Washington, D.C.: Library of Congress, 1989.

MARGULIS, Sérgio. O desempenho do governo brasileiro e do Banco Mundial com relação à questão ambiental do Projeto Ferro-Carajás. Rio de janeiro: IPEA, ago. 1990. 83 p. (IPEA. Texto para discussão, 193).

MARTINE, G. et al. A Urbanização no Brasil: retrospectiva, componentes e perspectiva. In: IPEA. IPLAN. Para a década de 90 - Prioridades e perspectivas de política pública. v. 3 - População, emprego, desenvolvimento urbano e regional. Brasília, 1989. p. 99-159.

MARTINE, George. Internal Migration in Brazil. Rio de Janeiro: IPEA/IPLAN, junho de 1989. (Texto para Discussão, 13).

MARTINELLI, Luiz Antonio, et al. Implantação de parcelas para monitoramento da dinâmica florestal na Área de Proteção Ambiental, UHE Samuel, Rondônica. Relatório preliminar. Piracicaba: 1988. Centro de Energia Nuclear na Agricultura.

MINTZER, I. M. A matter of degrees: the potential for controlling the Greenhouse Effect. Washington, D.C.: World Resources Institute, Apr. 1987. 60 p. (Research Report, 5).

MOLION , Luiz Carlos B. A Amazônia e o clima do globo terrestre. Pará Desenvolvimento, n. 23, p. 53-59, jan./jun. 1988.

MYERS, Norman. Deforestation rates in tropical forests and their climatic implications. London: Friends of the Earth, Dec. 1989. 116 p.

MYERS, Norman. Natural resources systems and human exploitation systems: physiobiotic and ecological linkages. Washington, D.C.: World Bank, Nov. 1988. (World Bank. Environment Dept. Working Paper, 12).

MYERS, Norman. Threatened biotas: "Hot Spots" in tropical forests. The Environmentalist, v. 8, n. 3, p. 187-208, 1988.

NORDHAUS, W.D. Economic approaches to greenhouse warming. In: GLOBAL WARMING: THE PROBLEM AND POLICY RESPONSES, 5-7 out. 1990, Roma. Anais Roma: Istituto Bancario San Paolo di Torino, 1990.

ODUM, E. P. Fundamentos de ecologia. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Goulbenkian, 1971.

OZORIO DE ALMEIDA, A. L. , SANTOS, C.F.V. A colonização oficial na Amazônia nos anos 80. Rio de Janeiro: IPEA, 1990a.

OZORIO DE ALMEIDA, A. L. , SANTOS, C.F.V. A colonização particular na Amazônia nos anos 80. Brasília: IPEA, 1990b. (Texto para discussão, 208).

PEARCE, D. W., MYERS, N. Economic values and the environment of Amazônia. In: GOODMAN, D., HALL, A. (eds.). The future of Amazônia: destruction or sustainable development? London: McMillan , forthcoming. Draft chapter 9.

PIDDINGTON, Kenneth W. Sovereignity and the environment. Environment, v. 31, n. 7, p. 18-39. September 1989.

PORTO, C. et al. Condicionantes econômicos (1872-1900). São Paulo, 1987. Convênio FINEP/FIPE.

REPETTO, Robert. Economic policy reform for natural resource conservation. Washington, D.C.: World Bank, May 1988. (World Bank. Environmental Dept. Working Paper, 4).

REPETTO, Robert. The forest for the trees ? Government policies and the misuse of forest resources. Washington, D.C.: World Resources Institute, May 1988. 105 p.

SALATI, Eneas et al. Deforestation and its role in possible changes in the Brazilian Amazon. /s.n.t./ 24 p.

SALATI, Eneas, MARQUES, José. Climatology of the Amazon Region. In: SIOLI, H. (Ed.). The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. s.l.: s. ed., 1981. Chapter 4, p. 85-125.

SALATI, E., MARQUES, J., SIOLI, H. The Amazon limnology and landscape ecology of a might tropical river and its basin. Dr. W. Junk Publishers, 1984.

SAWYER, D. R., TORRES H. Gama Torres, PEREIRA C. A. L., ABBERS R. Fronteiras na Amazônia: Significado e Perspectivas. Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 1990. mimeo.

SCHELLING, T. Economic Responses to Global Warming. In: GLOBAL WARMING: THE PROBLEM AND POLICY RESPONSES, 5-7 out. 1990, Roma. anais Roma: Istituto Bancario San Paolo di Torino, 1990.

SCHNEIDER, . Brazil: an economic analysis of environmental problems in the Amazon. Washington, D.C.:World Bank, 1990. mimeo.

SCHUBART, O. R. Ecologia da Amazônia. Apostilas do curso "Impactos ambientais de investimentos na Amazônia: problemática e elementos metodológicos de avaliação" Acordo SUDAM/PNUD, doc. n. 18-A. Manaus, Set. 1989.

SCHUBART, Herbert O. R. Diagnosis of the natural resources of Amazônia. In: AMAZONIA: Facts, Problems and Solutions Meeting. São Paulo, Aug. 1989. Anais... São José dos Campos: USP/INPE, 1989. v.1. p. 55-67

SEROA DA MOTA, R. Recent evolution of environmental management in the Brazilian Public Sector: issues and recommendations. In: OECD DEVELOPMENT CENTER CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN DEVELOPING COUNTRIES, October 3-5, 1990. Paris.

SOLOW, A. R. Is there a global warming problem. In: GLOBAL WARMING: THE PROBLEM AND POLICY RESPONSES, 5-7 out. 1990, Roma. Anais Roma: Istitute Bancario San Paolo di Torino, 1990.

SOUTHGATE, Douglas. The economics of land degradation in the Third World. Washington, D.C.: World Bank, May 1988. (World Bank. Environmental Dept. Working paper, 2).

SOUTHGATE, Douglas, PEARCE, David. Agricultural colonization and environmental degradation in frontier developing economies. Washington, D.C.: World Bank, Oct. 1988. (World Bank. Environment Dept. Working paper, 9).

SPETH, J. G. Environmental security for the 1990's. Development, n. 3/4, p. 9-16, 1990.

SUDAM. Levantamento da alteração da cobertura vegetal primitiva do Estado do Pará. Convênio IBDF/SUDAM. PMCFB - Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil. Relatório Técnico. Belém, 1988.

SUFRAMA. Impactos ambientais de investimentos na Amazônia: problemáticas e elementos metodológicos de avaliação. Manaus, set. 1989.

TOLIPAN, Sergio. A Ocupação demográfica da Amazônia e a construção da Rodovia Transamazônica. In: COSTA, Manoel (coord.). População, meio ambiente e qualidade de vida, Rio de Janeiro: CEÚD - O Segundo Brasil, 1990, p. 15-26.

UHL, C. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazônia. Journal of Ecology, v. 75, p. 377-407, 1987.

UHL, C., PARKER, G. Vale um hamburger de 125 gramas, meia tonelada de bosque pluvial? Interciência, Caracas, v. 11, n. 5, Sept./Oct. 1986.

UHL, C., BUSCHBACHER, R., SERRÃO A. E. Abandoned pastures in Eastern Amazônia. I. Patterns of Plant Sucession. Journal of Ecology, v. 76, p. 663-681, 1988.

UHL, C., VIEIRA, I. C. G. Extração seletiva de madeiras: impactos ecológicos em Paragominas. Pará Desenvolvimento, n. 23, p. 46-51, jan./jun. 1988.

VIEIRA, R. S. Desenvolvimento e meio ambiente na Regiao Amazonica. Projeto BRA/87/021. Acordo SUDAM-PNUD. Belém, setembro, 1989.

WINTHROP, Stephen Van R. Debt-for-nature Swaps: debt relief and biosphere preservation. SAIS Review, v. 9, n.2, p. 129-149 Fall 1989.

WOODWELL, G. M. et al. Global Deforestation: contribution to atmospheric carbon dioxide. Science, v. 222, n. 4628, p. 1081-1086, Dec. 9, 1983.

WORLD BANK. The integrated development of Brazil's Northwest Frontier, Report n. 3042a-BR. Washington, D.C., 1980.

WRI/IIED. World resources 1988-89. New York: Basic Books, 1988.

YOKOMIZO, C. Incentivos financeiros e fiscais na pecuarização da Amazônia. Brasília: IPEA/IPLAN, out. 1989. 30 p. (Texto para discussão, 22).