**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**O desmatamento desigual na Amazônia brasileira: sua evolução, suas causas e
conseqüências sobre o bem-estar**

Rodolfo Coelho Prates

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2008**

Rodolfo Coelho Prates
Bacharel em Geografia

**O desmatamento desigual na Amazônia brasileira: sua evolução, suas causas e
consequências sobre o bem-estar**

Orientador:
Prof. Dr. **CARLOS JOSÉ CAETANO BACHA**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2008**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Prates, Rodolfo Coelho

O desmatamento desigual na Amazônia brasileira: sua evolução, suas causas e consequências sobre o bem-estar / Rodolfo Coelho Prates. - - Piracicaba, 2008.
135 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Bem-estar social 2. Desmatamento – Amazônia 3. Econometria 4. Impactos ambientais I. Título

CDD 333.75137
P912d

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais, Inês e Valter,
à minha esposa Mariana e
à minha filha Beatriz Yumi.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, a gratidão pelo avanço intelectual.

À paciente e dedicada Maielli, cujas ações não se resumem somente ao trabalho do departamento.

Aos coordenadores Nara Pires, Zanatta, Ronaldo e Alexandre Rosa, pelo apoio.

Aos amigos do Departamento de Economia: José Mauro, Carlos Xavier, Carlos José Cano, Takao, Luciano Rodrigues, Marcelo Justus, Adrian, Sérgio, Sheila, Fernanda, Guilherme e Luciana.

Ao pesquisador Alfredo Homma, pelos esclarecimentos valiosos sobre uma região imensamente rica.

À família Wiendl: Frederico, Lourdes, Adi, Fritz e Toni, amigos de uma vida.

Aos amigos Carlos Vasconcellos, Luiz Baras, Rafael, Nestor, Pedro e Simone, decisivos nos momentos complicados.

E meu sincero agradecimento ao orientador, Prof. Carlos José Caetano Bacha, que em todo o momento se mostrou atencioso e comprometido. Dele vou levar o rigor e a seriedade de que todo trabalho científico necessita.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	9
Referências	14
2 O PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA AMAZÔNIA E O SEU DESMATAMENTO	15
Resumo	15
Abstract	15
2.1 Introdução	15
2.2 Revisão bibliográfica	17
2.3 O sentido da ocupação da Amazônia: intervencionismo, controle estatal e estímulos de mercado	19
2.3.1 A colonização portuguesa da Amazônia	19
2.3.2 Do Império ao ciclo da borracha	20
2.3.3 O novo ciclo da borracha na 2ª Guerra Mundial e seus desdobramentos	22
2.3.4 O controle estatal: 1966 a 1985	25
2.3.5 A ocupação da Amazônia no período de 1986 aos dias atuais	29
2.4 As políticas de isenções fiscais e de crédito para dinamizar atividades econômicas na região Amazônica	33
2.5 Análise do comportamento das variáveis consideradas causas imediatas do desmatamento na Amazônia no período de 1970 a 2006	39
2.6 A evolução recente do desmatamento na Amazônia	50
2.7 Considerações finais	54
Referências	56
3 CONDICIONANTES RECENTES DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL	63
Resumo	63
Abstract	63
3.1 Introdução	64
3.2 Revisão bibliográfica	67
3.3 Referencial analítico e metodológico	70
3.3.1 Capacidade explicativa das variáveis explanatórias	75

3.3.2 Definição de variáveis	76
3.3.2.1 Construção dos índices de preços da agricultura temporária e da agricultura permanente	77
3.3.3 Procedimentos econométricos	78
3.4 Resultados.....	83
3.4.1 Análise de regressão para a Amazônia Legal.....	83
3.4.2 Análise de regressão para os Estados da Amazônia Legal.....	87
3.5 Considerações finais	95
Referências	97
4 ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE DESMATAMENTO E BEM-ESTAR DA POPULAÇÃO DA AMAZÔNIA LEGAL.....	101
Resumo	101
Abstract.....	101
4.1 Introdução.....	102
4.2 Revisão bibliográfica.....	104
4.3 Referencial teórico e analítico: o bem-estar na análise econômica	108
4.4 Metodologia.....	113
4.4.1 Relação entre desmatamento, renda e bem-estar.....	113
4.4.2 Coleta de dados	117
4.4.3 Procedimentos econométricos	119
4.5 Resultados	121
4.6 Conclusões	128
Referências	129
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
ANEXOS.....	138

RESUMO

O desmatamento desigual na Amazônia brasileira: sua evolução, suas causas e consequências sobre o bem-estar

A presente tese analisa o desmatamento na Amazônia brasileira, evidenciando que o mesmo é desigual entre os estados e procura discutir, por meio da análise interpretativa e econométrica, as causas desse desmatamento desigual, bem como avaliar os impactos sobre o bem-estar se o desmatamento for reduzido. A tese está organizada na forma de três artigos, seguindo modelo não tradicional autorizado pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. O primeiro artigo, intitulado o Processo de Desenvolvimento da Amazônia e o seu Desmatamento, analisa - com base na revisão da literatura existente e por meio da análise de dados secundários, e realizando uma análise histórica desde a colonização portuguesa - as etapas de desenvolvimento da região amazônica e sua associação com a prática do desmatamento, destacando as políticas públicas que fomentaram o desenvolvimento da região e o atual avanço de sistemas produtivos, orientados pelo estímulo econômico. Demonstra-se que o desenvolvimento da Amazônia, citados como as principais causas do desmatamento e estimulados em boa parte por políticas econômicas, é um processo desuniforme no tempo e no espaço, gerando o desmatamento desigual entre os estados que compõem essa região e dentro de cada estado. O segundo artigo, Condicionantes Recentes do Desmatamento na Amazônia Legal, avalia, por meio de análise econométrica, as causas do desmatamento, ressaltadas pela literatura, na Amazônia Legal entre 2000 e 2004; bem como nas unidades federativas que compõem a respectiva região e usando dados em nível de município. Os fatores considerados, exceto os gastos em agricultura e a extração madeireira, se mostraram estatisticamente significativos para explicar o desmatamento da região amazônica como um todo. Em relação às unidades federativas, pode-se considerar que o desmatamento é desigual entre elas, pois determinados fatores são mais significativos estatisticamente, quando presentes, em algumas unidades federativas do que em outras. O segundo artigo se encerra com algumas sugestões de políticas para controlar o desmatamento que tomam em consideração os resultados econométricos obtidos. O terceiro artigo, Análise da Relação entre Desmatamento e Bem-estar da População da Amazônia Legal, examina empiricamente a relação entre o desmatamento da floresta amazônica e o bem-estar da população local, mensurando os impactos sobre o bem-estar de uma redução da área desmatada. Utilizou-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDH-M como indicador de bem-estar. Para isso, com base nos dados em nível municipal do Censo Agropecuário de 1995 foi estimada, para cada estado, uma função de produção Cobb-Douglas com três fatores de produção: terra, capital e trabalho. Com a função de produção e por meio do método de programação não-linear, verificou-se a dimensão do impacto no PIB agropecuário e do agronegócio quando há uma restrição na utilização do fator terra. Com base nos novos valores para o PIB calculou-se o índice de renda, que combinado com os índices de educação e longevidade produziram um novo IDH-M para alguns estados da Amazônia. Os resultados apontam que há alterações pequenas no IDH-M, apesar de bastante expressivas no nível de renda, quando se adotam restrições para a utilização da terra.

Palavras-chave: Amazônia; Desmatamento; Causas; Bem-estar

ABSTRACT

The unequal deforestation in the Amazonian Region: its evolution, causes and consequences on the welfare

The thesis analysis Amazonian Region's deforestation, highlighting its unequal evolution among the Amazonian states and points out its causes as well as evaluates the impacts on welfare if the deforestation is reduced. The thesis is organized in three articles following the nonconversional form allowed by "Luiz de Queiroz" College of Agriculture. The first article, Amazonian region's Occupation Process and its deforestation - basing on the literature review and on published dataset and following the time chronology of the events since the Portuguese colonization - analyzes the stages of Amazonian region development and its consequent deforestation, highlighting the policies addressing to foster the Amazon's development and the current stage of economic activities. The population growth and the economic activities, pointed out as the main causes of the Amazonian deforestation and stimulated by economic policies, have been unequally developed inside the Amazonian region, generating the unequal deforestation process among the Amazonian states and inside each state. The second article, Recent Determinants of Legal Amazonian Region's Deforestation, evaluates, by using econometric procedures, the causes of deforestation normally emphasized by the literature and considering the time period from 2000 to 2004. The analysis is conducted for the entire Amazonian region and for each of its nine states and using municipal dataset. All explanatory variables except roundwood extraction and expenses in agriculture showed statistically significant to explain deforestation in the entire Amazonian Region. However, the same does not take place for each Amazonian state, what explains the unequal deforestation among them. By the end, the paper suggests some policies to restrain deforestation. The third article, The Analysis of Relationship Between Deforestation and Population Welfare in the Legal Amazonian Region, examines the empirical relationship between Amazonian rainforest deforestation and local population welfare, measuring the impact on welfare if the deforestation area is reduced. A Municipal Human Development Index - IDH-M was used to measure welfare. Using 1995 Agriculture Census dataset, a Cobb-Douglas production function was estimated considering three production inputs: capital, land and labor. Applying a nonlinear programming method on the results came from the production function, the impacts of land constraints on agriculture and agribusiness incomes could be calculated, generating a new value of income for each Amazonian state. Combining the new values of income with education and life indexes, a new IDM-H was estimated for some Amazonian states. The results point out IDM-H has small reductions, despite of significant reductions on some states' income, if some restrains were established on arable land use.

Keywords: Amazonian region; Deforestation; Causes; Welfare

1 INTRODUÇÃO

O fato de o desmatamento constituir-se, na atualidade, em um dos maiores problemas ambientais do Brasil tem despertado o interesse de inúmeros pesquisadores em aprofundar o conhecimento sobre suas causas, sobre possíveis conseqüências ambientais e sociais que tal ação possa desencadear, e também desenvolver medidas que possam mitigar os efeitos negativos gerados pelo desmatamento.

Embora a maior parte dos trabalhos sobre o desmatamento leve a crer que ele ocorre apenas em áreas cobertas com floresta densa, isto não é a realidade. Como bem lembra Homma (1996), o desmatamento abrange vários tipos de formação vegetal, como as derrubadas de florestas densas e as derrubadas de vegetação secundária, as quais assumem várias modalidades, dependendo do tempo de regeneração. Elas são: capoeirão, que é a vegetação secundária com mais de dez anos depois da última derrubada; capoeira, a vegetação secundária entre quatro e dez anos; capoeirinha, a vegetação secundária entre dois e quatro anos; e a juquira, que é a vegetação secundária com até dois anos.

A grande disponibilidade de terras no Brasil fez com que a ocupação e o uso do solo ocorressem sem incorporar técnicas de manejo sustentável. Tal prática perpassou por todos os grandes ciclos econômicos no Brasil e é ainda presente no avanço sobre as regiões ainda nativas, principalmente na região amazônica.

A partir de meados do século XX, a região da Amazônia, última parte do território nacional a se integrar às demais regiões do Brasil, foi sendo ocupada de forma mais intensiva. O tradicional meio de circulação, transporte fluvial, foi substituído, em parte, pelo terrestre, o qual possibilitou condições para o avanço da agricultura e da pecuária. Além do mais, a procura por áreas dinamizou o mercado de terras na região, o qual intensificou o interesse de agentes pela sua valorização. Como resultado, mais e mais áreas foram sendo incorporadas e transformadas em sistemas produtivos.

Nesse processo de desenvolvimento da Amazônia, Becker (2005) salienta duas fases distintas. A primeira, de meados da década de sessenta a meados da década de oitenta, advém da orientação do governo nacional em agregar e homogeneizar todo o território nacional, por meio da integração da Amazônia às demais regiões brasileiras. Para isso, o governo estimulou assentamentos agrícolas, subsidiou projetos extrativistas e agroindustriais e criou um pólo de

produção industrial (Zona Franca de Manaus). A segunda fase de desenvolvimento dessa região, que ocorreu a partir da segunda metade da década de oitenta e que se estende até o presente, é movida pelo avanço espontâneo de atividades e agentes econômicos articulados à economia internacional, os quais atendem as demandas internacionais por produtos intensivos em recursos naturais. Nessa nova fase, salienta a autora, quando comparada com a anterior, é menor a presença do governo.

Como consequência do crescimento da ocupação e do uso do solo da Amazônia, constata-se claramente a diminuição das áreas florestais. A redução da floresta, bem como a extinção de espécies e outros impactos sobre o meio ambiente se revertem na preocupação dos mais diversos setores da sociedade, inclusive do próprio governo, o qual, por meio de políticas públicas, estabelece mecanismos de controle da ação predatória dos diversos agentes sobre o meio ambiente.

Paralelamente a tudo isso, é crescente também a quantidade de estudos sobre o desmatamento. Tais estudos valem-se dos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, o qual utiliza dois sistemas para monitorar o desmatamento na Amazônia. O primeiro deles é o Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia – PRODES. As imagens de análise do PRODES, com resolução de 625 m², são geradas pelos satélites Landsat 7 e CBERS 2. Com essas imagens são realizados os cálculos da área florestal derrubada, com erro de 4%, que são divulgados anualmente pelo INPE. Já o segundo sistema, Detecção de Áreas Desflorestadas em Tempo Real - DETER, gerada pelas imagens do satélite da família EOS (*Earth Observing System*), possui resolução a partir de 62.500 m², com erro de 10%, não permitindo a realização de cálculos de desmatamento. Mas sua vantagem advém do satélite passar pela mesma área com frequência maior, permitindo maior agilidade na detecção de desmatamento.

Mesmo com a complementaridade entre o PRODES e o DETER, ambos ainda não são capazes de distinguir o que é desmatamento de florestas densas e o que é desmatamento de florestas secundárias, principalmente daquelas em estágio mais avançado de recomposição, a exemplo do capoeirão ou da capoeira. Isso significa que nos cálculos apresentados pelo INPE, uma mesma área pode aparecer repetidamente. Isso advém do fato de que o sistema detectou o seu desmatamento num dado período de tempo. Posteriormente, e por diversas razões, houve a

regeneração da floresta. Num segundo momento, se essa mesma área for desmatada, entrará novamente nos cálculos apresentados pelo INPE.

Independente dos problemas de precisão dos sistemas de monitoramento da floresta amazônica, é certo que eles fornecem elementos (dados) para a realização de vários estudos e, por meio destes, políticos, cientistas e a sociedade em geral estão se conscientizando de que o desmatamento desordenado é um fato negativo, cujas conseqüências impactam em vários níveis ambientais, tais como na mudança climática, na perda da biodiversidade, na redução da oferta de madeira, nas inundações e na degradação dos solos, por exemplo.

A diminuição das áreas de florestas, associada à prática das queimadas, causam efeitos danosos em vários âmbitos, tanto em escala global, como regional ou local. Essas alterações são responsáveis por mudanças no clima (aumento da temperatura e desequilíbrio do regime de pluviosidade), na composição química da atmosfera (aumento da concentração de CO₂ e outros gases) e no ciclo hidrológico, por exemplo. Além disso, deterioram o solo e geram a extinção da flora e fauna.

No mais, a perspectiva mundial crescente para a demanda de alimentos e de combustíveis provenientes da biomassa requer para sua produção grandes áreas de cultivo, além do sol e da água. E o Brasil, dada suas características, apresenta grande potencialidade de se consolidar como um fornecedor de alimentos e de energia para o consumo mundial. Portanto, pode-se conceber que tal consolidação signifique a conversão de áreas naturais em sistemas de produção, fato que pode agravar o processo de desmatamento da região amazônica, caso não seja feita de forma sustentável.

A Amazônia compreende uma região cuja área é superior a cinco milhões de quilômetros quadrados e está sujeita a diversos fatores que contribuem para o desmatamento, de tal forma que é possível presumir que tais fatores sejam predominantemente mais intensos em certas áreas do que em outras. A isso, chama-se de processo desigual de desmatamento. Mas em que áreas há mais desmatamento e quais são suas causas? A resposta a essa indagação se revela importante, pois eventuais medidas ou políticas que tenham o objetivo de controlar ou combater o desmatamento devem levar em conta tais desigualdades para serem eficientes.

No tocante a esse aspecto, o desmatamento e a conversão do uso da terra na Amazônia despertaram os interesses de muitas áreas científicas para seu estudo e mensuração, dentre elas, a

economia. No decorrer da década de 90, surgiu um expressivo número de modelos econométricos para tratar do assunto. A essência desses modelos consiste em representar matematicamente fenômenos sociais que impactam sobre o desmatamento, procurando determinar como os proprietários e gestores da terra se comportam face às variáveis econômicas que produzam o desmatamento. Esses modelos, na maioria das vezes, têm usado dados agregados em nível de estado e uma dúvida que persiste é se há diferenças no processo de desmatamento dentro de cada estado, o que só poderá ser analisado se forem usados dados em nível municipal e estimado o modelo explicativo do desmatamento para cada estado, como pretende fazer esta tese.

De maneira geral, o principal determinante do desmatamento da região é o avanço da civilização, que se manifesta pela expansão populacional, pelo crescimento das atividades agropecuárias, pela extração de madeiras e pela construção de infra-estrutura.

O desmatamento é o início de um processo que visa tornar o território apto à implantação e à organização de um sistema produtivo, o qual, por meio do uso dos recursos locais, tem a capacidade de gerar renda e, conseqüentemente, de elevar o nível de bem-estar da população que dela se beneficia, direta ou indiretamente.

Como a região amazônica é a última parte do território nacional a se integrar com as demais, e pelo fato dessa integração estar associada ao uso extensivo de terras, pode-se prever a continuidade do processo de desmatamento na região, desde que não ocorram mudanças de ordem estrutural.

Mas se essas mudanças estruturais ocorrerem, qual é o impacto sobre o bem-estar da população local? Sabe-se que ela obtém emprego e, conseqüentemente, renda das atividades que substituem a floresta, ainda que não plenamente mensuradas. Mas ao se limitar o processo de desmatamento, não se sabe qual impacto ocorrerá sobre o bem-estar da população local e o que se pode fazer para minimizá-lo.

A busca de respostas às várias indagações e dúvidas levantadas nos parágrafos anteriores motiva a realização desta tese.

O objetivo geral desta tese é analisar o processo de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia, ressaltando sua desigualdade espacial e suas causas, e avaliar o impacto sobre o bem-estar de sua população residente se o desmatamento for reduzido.

Os objetivos específicos são:

1- analisar, seguindo uma cronologia histórica, as etapas do desenvolvimento populacional e econômico da Amazônia Legal, ressaltando o papel das políticas públicas adotadas para estimular o desenvolvimento da região, e como esse desenvolvimento gerou o desmatamento desigual da Amazônia;

2- avaliar, por meio da estimativa de modelos econométricos e usando dados em nível de municípios, a importância de certas variáveis sobre o processo de desmatamento e averiguar a existência ou não da Curva de Kuznets Ambiental para a Amazônia Legal como um todo e para as unidades federativas que a compõe.

3- Analisar a relação entre desmatamento e bem-estar na Amazônia brasileira, mensurando os efeitos sobre o bem-estar se forem adotadas medidas que restringem o desmatamento na Amazônia, em especial medidas que reduzam a área desmatada.

Além desta introdução, a tese está organizada na forma de três artigos que abordam os objetivos específicos acima (capítulos 2 a 4, respectivamente). O primeiro artigo “O processo de desenvolvimento da Amazônia e o seu desmatamento” analisa, seguindo uma cronologia histórica, a dinâmica do desenvolvimento da Amazônia e o que isso representou para o desmatamento da região, destacando as políticas de benefícios fiscais e a inserção da região no contexto sul-americano. Além disso, o artigo também apresenta uma sequência de dados que relaciona o desenvolvimento da região com o seu desmatamento.

No segundo artigo, intitulado “Condicionantes recentes do desmatamento na Amazônia Legal”, é realizada uma análise econométrica, utilizando dados em nível municipal, dos fatores que causaram o desmatamento entre 2000 e 2004, tendo como referencial teórico os trabalhos que apontam as diversas razões do desmatamento. Destaca-se, de modo singular, as desigualdades nos fatores causadores do desmatamento entre os Estados que compõem a região, o que explica o desmatamento desigual entre os estados e dentro dos estados.

Em “Análise da Relação entre Desmatamento e Bem-Estar da população da Amazônia Legal”, o terceiro artigo, é construído e estimado um modelo econométrico para mensurar os impactos (na renda e no Índice de Desenvolvimento Humano na região) de restrições no uso do fator terra, caso sejam efetivas as políticas de restrição ao desmatamento.

Esta estrutura de apresentação de tese, não tradicional, está em consonância com as normas de elaboração de dissertações e teses da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo.

Referências

BECKER, B.K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

HOMMA, A.K.O. Política agrícola ou ambiental para a prese(conse)rvação da Amazônia? **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 5, n. 4, p. 16-23, out./nov./dez. 1996.

2 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA E O SEU DESMATAMENTO

Resumo

Este artigo analisa - com base na revisão da literatura existente e por meio da análise de dados secundários, e realizando uma análise histórica desde a colonização portuguesa - as etapas de desenvolvimento da região amazônica e sua associação com a prática do desmatamento, destacando as políticas públicas que fomentaram o desenvolvimento da região e o atual avanço de sistemas produtivos, orientados pelo estímulo econômico. Demonstra-se que o desenvolvimento populacional e econômico da Amazônia, citados como as principais causas do desmatamento e estimulados em boa parte por políticas econômicas, é um processo desuniforme no tempo e no espaço, gerando o desmatamento desigual entre os estados que compõem essa região e dentre de cada estado.

Palavras-chaves: Amazônia; Desenvolvimento; Políticas de desenvolvimento; Causas do desmatamento

Abstract

Basing on the literature review and on published dataset and following the time chronology of the events since the Portuguese colonization, this paper analyzes the stages of Amazonian region development and its consequent deforestation, highlighting the policies addressing to foster the Amazon's development and the current stage of economic activities. The population growth and the economic activities, pointed out as the main causes of the Amazonian deforestation and stimulated by economic policies, have been unequally developed inside the Amazonian region, generating the unequal deforestation process among the Amazonian states and inside each state.

Keywords: Amazonian region; Development; Development policies; Deforestation causes

2.1 Introdução

A região da Amazônia abriga a última floresta de dimensão continental no mundo (ROSS, 2006), e quanto ao seu uso, se identifica, no mínimo, dois grupos de atores: um com interesse no grande potencial de recursos, visando, dessa forma, sua extração e transformação; e o outro com interesse em sua preservação. Tais interesses poderiam ser conciliatórios, como o demonstrado pelas indústrias farmacêuticas e de empresas biotecnológicas e de engenharia genética, as quais manifestam o desejo de que a Amazônia ofereça o que tem, mas que fique em seu lugar com suas características intactas (SOUZA, 2002).

No entanto, não é isso que vem ocorrendo na região. O modelo de desenvolvimento da Amazônia implica sua transformação, ou seja, a manutenção das características naturais e o desenvolvimento são elementos dissociativos, no qual este último compete e se sobrepõe àquele.

A região passou por diversas fases de desenvolvimento. Durante a colonização portuguesa no Brasil, houve algumas tentativas de se instalar alguma atividade para extrair ou gerar riqueza. Porém, dadas as dificuldades do ambiente natural da região, nenhuma atividade econômica conseguiu criar uma base sólida para propiciar o desenvolvimento de toda a região, mas apenas em pequenas áreas. O mesmo aconteceu no período do Império.

Desde o final do século XIX, é possível identificar quatro grandes processos que deram sentido à ocupação territorial da Amazônia. O primeiro é marcado pela dimensão espontânea, quando a população local se organizou para aproveitar o potencial econômico da borracha no mercado internacional; o segundo é caracterizado por intervenções esporádicas do governo federal, no momento em que a região passou por certa indefinição econômica; o terceiro se mostra quando o Estado Nacional escolhe a região para ser o grande palco de suas ações de planejamento territorial e, finalmente, o quarto, é caracterizado pela conjugação de ações estatais, embora em menor escala que no período anterior, e o avanço dos agentes impulsionados pelas forças de mercado, internas e também externas.

O objetivo deste artigo é analisar, com base na revisão dos trabalhos já realizados e por meio da análise de dados secundários, as etapas do processo de desenvolvimento populacional e econômico da região amazônica e sua associação com a prática do desmatamento, destacando as políticas públicas que fomentaram a ocupação da região e o atual avanço de sistemas produtivos, orientados pelo estímulo econômico. Procura-se demonstrar que o desenvolvimento da Amazônia é um processo desuniforme no espaço, gerando o desmatamento desigual entre os estados que compõem essa região e dentre de cada estado.

O presente capítulo compõe-se de mais seis itens. O item 2.2 revê a literatura referente ao assunto em análise. O item 2.3 analisa, seguindo a cronologia histórica, o processo de desenvolvimento da região, enfatizando as grandes linhas que nortearam tal processo. O item 2.4 descreve as políticas de incentivos fiscais e de créditos que foram adotadas, em especial a partir da década de 1960, para estimular as atividades econômicas na Amazônia. O item 2.5 analisa as variáveis que são citadas na revisão de literatura como causas imediatas do desmatamento. Essas

variáveis, de cunho econômico e populacional, foram estimuladas por políticas econômicas. O item 2.6 evidencia, por meio do uso de dados secundários, o processo de desmatamento desigual da Amazônia Legal. Finalmente, o item 2.7 apresenta as considerações finais do capítulo.

2.2 Revisão bibliográfica

Por se constituir uma região ampla, com inúmeras possibilidades de extração de recursos e por possuir a maior floresta equatorial do mundo, a região amazônica sempre despertou a atenção de inúmeros pesquisadores que geraram, ao longo de várias décadas, uma quantidade considerável de trabalhos. Aqui é apresentado um panorama geral de alguns dos que tratam dos temas discutidos nesse artigo.

A articulação da Amazônia com as demais regiões do Brasil sempre foi tênue, e despertou, em função dessa condição, grande interesse para que ela se integrasse ao restante do Brasil. Antes das próprias ações governamentais, teóricos, principalmente militares, esboçavam a relação da Amazônia com as demais regiões brasileiras (MEIRA MATTOS, 1980; COUTO e SILVA, 1981; COSTA, 1992). Além dos trabalhos de natureza teórica, muitos surgiram para oferecer suporte técnico ao avanço do desenvolvimento da região. A esse respeito, consultar Serrão (1978) e Reis (1978), por exemplo.

A constatação da necessidade de integração gerou um conjunto de políticas governamentais para torná-la efetiva. Para tal finalidade, o governo federal elaborou grandes eixos que propiciavam o estímulo à imigração e à formação de atividades econômicas, como a Belém – Brasília (GOODLAND; IRWIN, 1975), a Cuiabá-Santarém, a Cuiabá – Porto Velho – Manaus, a Perimetral Norte e a Transamazônica, todos inseridos no Programa de Integração Nacional - PIN que ocorreu na primeira metade da década de 1970 (KOHLHEPP, 2002). Ademais, inúmeros trabalhos mostram as formas que o governo utilizou para dinamizar a região, por meio de investimentos próprios, ou via concessão de incentivos fiscais e fundos de investimento, visando atrair capitais privados para dinamizar economicamente a região (BECKER, 1990, 2000, 2001, 2007; SERRA; FERNÁNDEZ, 2004).

Um dos primeiros trabalhos a quantificar o fluxo migratório para a região no início do ciclo da borracha foi o de Furtado (1991). Posteriormente, outros evidenciaram a dinâmica populacional da região (BENCHIMOL, 1999; MOREIRA; MOURA, 1998).

Gomes e Vergolino (1997) analisaram o crescimento econômico da região e suas fontes de crescimento entre 1960 e 1995. Figueiredo, Lopes e Filgueiras (2005) analisaram o setor de extração de madeira na Amazônia e constataram que o seu lucro é elevado, indicando, assim, que a exploração da floresta deve continuar.

Dada a imensa disponibilidade de terras para o cultivo, muitos trabalhos focam sobre a agropecuária desenvolvida na região (NASCIMENTO; HOMMA, 1984; MENEZES, 2002; BRANDÃO; REZENDE; COSTA MARQUES, 2005). Homma (2003) analisou o surgimento da agricultura e seu avanço pela região. A adaptação da agricultura familiar às características naturais do bioma amazônico é retratada por Homma (2006a), bem como a dualidade entre a agricultura empresarial e familiar na região (HOMMA, 2006b).

Théry (2002) salienta a fraca articulação interna da região, ressaltando que as unidades federativas que formam a Região Norte têm fluxos comerciais mais intensos com unidades federativas de outras regiões do que com elas próprias. Isso também é ressaltado por Silva, Rodriguez e Guilhoto (2004) e Guilhoto e Sesso Filho (2005).

O desenvolvimento da região da amazônica e a expansão de atividades produtivas geraram o desmatamento de sua floresta. Um dos trabalhos precursores é o de Tardin et al. (1979), o qual foi desenvolvido dentro do Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE. As razões para a ocorrência do desmatamento são diversas. Embora alguns autores apontem enfaticamente para fatores específicos, como a construção e pavimentação de estradas ou outras melhorias da infraestrutura (LAURANCE et al., 2004; SOARES FILHO et al., 2005; WEINHOLD; REIS, 2003), o avanço da pecuária (MARGULIS, 2003) para atender os mercados internacionais (KAIMOWITZ et al., 2004) e da soja (BRANDÃO; REZENDE; MARQUES, 2005; FEARNSSIDE, 2006) ou até mesmo o crescimento populacional, pode-se constatar que todos os fatores estão plenamente relacionados.

Diante de problemas ao meio ambiente, surgem trabalhos que visam oferecer sustentabilidade ambiental para as atividades econômicas na região (REYDON, 1997) e, numa escala mais ampla, que propõem o zoneamento ecológico econômico da região (REBELLO; HOMMA, 2005).

O presente capítulo sintetiza as informações geradas pela literatura supracitada e as atualiza, bem como adiciona novas informações, de modo a analisar o desenvolvimento desigual

entre os estados da Amazônia Legal, o que levou, conseqüentemente, ao desmatamento desigual entre os estados da região e dentro de cada um desses estados.

2.3 O sentido do desenvolvimento da Amazônia: intervencionismo, controle estatal e estímulos de mercado

2.3.1 A colonização portuguesa da Amazônia

Seria um grande reducionismo falar da ocupação humana na região amazônica somente após a chegada dos portugueses. Pois se sabe que a região já fora intensamente povoada, antes da chegada dos colonizadores, fase denominada de indígena (AB'SABER, 2002). Mas é consenso de que o início da colonização portuguesa na Amazônia ocorreu com a fundação de um núcleo urbano em 1616, se tornando posteriormente na cidade de Belém. Em 1622, se iniciou a atividade da pecuária, e em 1634 entrou em funcionamento o primeiro engenho na região para a fabricação do açúcar (HOMMA, 2003). Uma agricultura diversificada para os padrões da época, embora incipiente, foi inicialmente praticada por um grupo de famílias açorianas, as quais chegaram a Belém em 1676. Tal agricultura consistia no cultivo de arroz, tabaco e cacau (HOMMA, 2006).

Em termos mais gerais, a fase de conquista portuguesa compreende dois momentos distintos. O primeiro marcado pelo “forte arrasamento físico e cultural de populações beiradeiras do vale, desde Marajó até o rio Negro e Solimões” (séculos XVII e XVIII) (AB'SABER, 2002, p. 20), momento em que os bandeirantes realizavam a apreensão de índios para o trabalho escravo, e buscavam riquezas naturais, principalmente ouro e diamante (ROSS, 2006). E o segundo, com o início das missões religiosas, pelo abrandamento das investidas bélicas contra os nativos e, paralelamente, pela aceitação de seus conhecimentos e de suas culturas.

A estratégia da coroa portuguesa era, basicamente, em ocupar o território, independente do uso que poderia ser dado a ele. De forma a ter um aproveitamento econômico, tentou-se a implantação da cultura da cana-de-açúcar, atividade que se mostrou infrutífera na região devido às condições naturais desfavoráveis (PRADO JÚNIOR, 1993). Como afirma Furtado (1991, p. 153), ao longo do século XVII “as colônias da região norte ficaram abandonadas aos seus próprios recursos e as vicissitudes que tiveram de enfrentar demonstraram vivamente o quão difícil era a sobrevivência de uma colônia de povoamento nas terras da América”.

Durante o período colonial, é possível afirmar que o desmatamento na região estava localizado em pontos isolados das margens dos principais rios, sempre em pequenas extensões. No Estado do Pará, nas proximidades de Belém, em função de se constituir ali a primeira aglomeração populacional na região, pela presença das atividades da agricultura e da pecuária e por ser o local do primeiro engenho de fabricação do açúcar no Estado do Pará – o qual necessita de terras para o cultivo da cana-de-açúcar. Além de Belém, nos núcleos urbanos de Bragança, Ourém e Paru. No atual Estado do Amapá ocorreram pequenas áreas de desmatamento decorrentes da colonização em Macapá. No Estado do Amazonas, o desmatamento ocorreu na cidade de Manaus, e nas áreas destinadas aos cultivos de cacau, café e tabaco, principalmente em Curupá.

2.3.2 Do Império ao ciclo da borracha

Até o final do século XIX, a região experimentou um relativo crescimento com as culturas do algodão, do arroz e do cacau. No entanto, o ciclo não foi suficientemente vigoroso para promover uma fase sustentada de desenvolvimento.

Já no final do século XIX e início do século XX, o produto de maior destaque foi a borracha. A borracha se tornou um produto de grande utilidade advindo do processo de vulcanização e que teve uma elevada demanda decorrente da implantação do setor automobilístico na Europa e nos Estados Unidos.

Dadas as características naturais da região e da organização produtiva, o aumento de produção da borracha dependia tão somente da quantidade de mão-de-obra utilizada. O período de secas no Nordeste entre 1887 e 1890 alimentou um grande fluxo de trabalhadores para a região. Furtado (1991) registra que cerca de 260.000 pessoas migraram para a região Norte no último decênio do século XIX, predominantemente atraídos pelo ciclo da borracha.

Como a extração do látex era a principal atividade econômica da região, cujo poder de geração de renda era extremamente elevado, havia a necessidade de importar uma gama expressiva de bens de outras regiões do país e também dos mercados externos para o abastecimento da região. Para contornar alguns problemas de escassez, em 1903 foi inaugurada a Estrada de Ferro Belém-Bragança, com o objetivo de transportar os alimentos até os seringais.

Em 1903 e 1907 iniciaram, respectivamente, as obras das estradas de ferro Tucuruí e Madeira-Mamoré (HOMMA, 2006).

Esta foi uma fase áurea da região. Sobre esse período, Loureiro (2002, p. 107) salienta que a Amazônia se tornou “uma das regiões mais rentáveis do mundo”. O que pode ser observada pelas exuberantes construções realizadas nos dois grandes centros regionais de Manaus e Belém.

O surgimento e o crescimento da produção da borracha possibilitaram o povoamento ao longo dos principais rios da região, o que fez proliferar várias cidades ou vilas. A atividade de produção da borracha pouco impactou sobre o desmatamento, devido às características de extração e beneficiamento do látex. No entanto, como se pode esperar, o surgimento de núcleos urbanos impactou diretamente no desmatamento, devido à construção do espaço urbano e para a extração ou produção de bens (que não eram oriundas de outras regiões) destinados a atender predominantemente a população local. Se no período anterior o desmatamento estava concentrado em alguns pontos, agora ele se torna disperso por boa parte da região, mas sempre próximo aos rios, os quais eram os únicos meios de transporte na época. É importante ressaltar a tentativa da empresa Ford em produzir a borracha por meios racionais em 1927 às margens do Rio Tapajós, perto do município de Santarém – Pará – que contribuiu para o desmatamento. As construções das ferrovias Belém - Bragança, Madeira - Mamoré e Tucuruí também propiciaram o desmatamento ao longo de seus traçados. Além disso, as colônias de japoneses nos municípios de Parintins – Amazonas - e Tomé-Açu - Pará – para o cultivo da juta e da pimenta-do-reino, respectivamente, também geraram pontos de desmatamento no centro da floresta amazônica.

No entanto, a partir da segunda década do século XX, o ciclo da borracha entrou em crise, promovida pela concorrência de países asiáticos, principalmente da Malásia, a qual organizou a produção em moldes racionais, tornando a extração do látex na Amazônia pouco competitiva nos mercados internacionais¹. A borracha produzida na Amazônia em 1908 representava cerca de 95% da produção mundial; já em 1913 a produção da Amazônia era igual à do sudeste asiático e em 1918 a produção da região caiu para cerca de 11% do total produzido no mundo.

Para amenizar os efeitos da crise, em 1912 foi criado o Plano de Defesa da Borracha, tendo como órgão responsável pela execução a Superintendência de Defesa da Borracha e o

¹ Em 1876, o inglês Henry Alexander Wickhan coletou cerca de 70 mil sementes no povoado de Boim (localizado no município de Santarém, no médio Amazonas) e as enviou inicialmente para Londres e, posteriormente, para o sudeste asiático, dando início a produção racional da borracha naquela região.

Plano de Defesa da Borracha, subordinada ao Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. O Plano visava retomar a inserção da borracha brasileira nos mercados internacionais. “Além de preconizar a modernização da extração, beneficiamento, transporte e comercialização do produto, o plano pretendia tornar mais racional o processo de trabalho, por meio de medidas de saneamento e assistência médica que mantivessem nos limites normais o coeficiente de mortalidade absurdamente elevado” (BENCHIMOL, 1990, p. 42).

As ações do Plano, elaboradas pelas associações comerciais do Amazonas e do Pará, eram ambiciosas, na medida em que transcendiam puramente a revitalização da borracha ao propor a construção de uma rede de infra-estrutura para o assentamento da produção agrícola e agroindustrial, a qual seria estimulada por meio de incentivos fiscais, como a isenção da tarifa de importação para máquinas e equipamentos agrícolas.

Segundo Miranda Neto (1991), a criação da Superintendência de Defesa da Borracha e a elaboração do Plano de Defesa da Borracha constituíram as primeiras intervenções do governo federal na região, as quais visavam o crescimento econômico, bem como a elevação das condições de vida da população local. No entanto, a escassez de capital privado, a pequena dimensão do mercado interno e, principalmente, a fragilidade financeira do Estado tornaram ineficazes os objetivos do Plano.

A produção da borracha da região amazônica passou a atender apenas cerca de 5% do consumo mundial, pois seu preço, quando comparado ao da Malásia, se tornou desvantajoso. Com a crise, houve de imediato a estagnação econômica da região.

Passada a fase áurea da borracha, a atividade econômica ficou reduzida às duas maiores cidades da região, Manaus e Belém, as quais detinham uma indústria precária de transformação de produtos provenientes da atividade de extração, além de um incipiente comércio.

2.3.3 O novo ciclo da borracha na 2ª Guerra Mundial e seus desdobramentos

A borracha se tornou novamente importante para a economia da região no período da 2ª Guerra Mundial, quando os japoneses interromperam a produção da Malásia. Nesse período, com o auxílio dos Estados Unidos na criação de infra-estrutura e no estímulo da produção para atender os fins militares formalizado nos Acordos de Washington, o governo de Getúlio Vargas

estimulou uma grande operação de extração do produto na região, operação esta que ficou conhecida como a “batalha da borracha”.

Em 1943 foi criado, em Fortaleza, o Serviço Especial de Mobilização de Trabalhadores para a Amazônia - SEMTA. Dessa forma, o governo conseguia minimizar o impacto da seca no Nordeste, gerando um fluxo de trabalhadores para a extração do látex na Amazônia.

Nesse mesmo período foram criados o Serviço de Navegação da Amazônia e de Administração do Porto do Pará - SNAPP, a Superintendência para o Abastecimento do Vale da Amazônia - SAVA e o Banco de Crédito da Borracha, todos com o objetivo de dar suporte à ampliação da produção da borracha, que deveria atingir 45 mil toneladas anuais, valor estipulado nos Acordos de Washington.

A retomada do aumento da produção da borracha, lembrando que engendrada pelo governo federal, trouxe um estímulo ao crescimento da economia local, mas não foi capaz de oferecer suporte ao crescimento contínuo e se mostrou também incapaz de gerar desdobramentos nos demais setores econômicos.

Com o término da 2ª Guerra Mundial, e também do Estado Novo no Brasil (origem da ditadura Vargas), foi necessária uma reforma da estrutura legal do país, o que ocorreu com a Carta Constitucional de 1946. No seu Artigo 199 é ressaltado, em linhas gerais, que a União aplicaria durante 20 anos consecutivos, ou mais tempo, quantia superior a 3% de sua receita para a valorização econômica da Amazônia. No entanto, não foi definida especificamente qual área da Amazônia receberia tais aplicações, bem como quais serviços, empreendimentos e obras seriam contemplados, tampouco se os recursos seriam canalizados para o desenvolvimento da produção extrativa, agrícola, pecuária, mineral ou industrial. Além disso, a Carta Constitucional, no seu artigo 156, permitia que os posseiros localizados em terras devolutas pudessem comprá-las, desde que a área total não ultrapassasse os 25 hectares.

O Artigo 199 da Constituição Federal de 1946 ganhou forma e significado, por meio da Lei 1806/1953, com a criação em 1953 da Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia - SPVEA, inspirada na experiência norte-americana do *Tennessee Valley Authority*, e que tinha como meta a promoção do desenvolvimento agropecuário e a integração da Amazônia com as demais regiões do país. A Lei 1806 também criou a denominação Amazônia Legal para ser uma unidade de planejamento do território nacional.

Segundo Cardoso e Muller (2001, p. 58), a SPVEA pretendia “proceder à seleção de espaços econômicos mais propícios ao desenvolvimento, onde pudessem estabelecer-se pólos de crescimento cujos efeitos se irradiassem por uma área maior”.

De forma resumida, o Plano de Valorização, regulamentado pela Lei 1806/1953, previa o desenvolvimento agrícola e pecuário, a melhoria das condições de saneamento e a construção de obras contra enchentes, o aproveitamento dos recursos minerais, a industrialização de matérias-primas, a criação de um sistema de transporte, a consolidação de um sistema energético, a fomentação de crédito, o incentivo do capital privado para se instalar na região, o fomento à migração e o amparo social à população ali instalada.

Dentro do contexto desse trabalho, faz-se necessário ressaltar que a Lei 1.806/53 abordava no seu artigo 7º, de forma embrionária, procedimentos que atualmente são denominados de “ambientalmente corretos”, pois deveria ter em vista as “condições ecológicas da região, a diferenciação e a fertilidade dos solos, o zoneamento e a seleção de áreas de ocupação no sentido de maior produtividade do trabalho e melhor rendimento líquido” para qualquer empreendimento. De maneira geral, os empreendimentos públicos ou privados realizados posteriormente à Lei 1.806/53 pouco respeitaram os critérios de conservação ou preservação.

De todo o conjunto de medidas idealizadas pelo Plano de Valorização Econômica da Amazônia, apenas houve o avanço de alguns pontos no setor energético e a construção das rodovias Belém-Brasília e Brasília-Acre, conectando o centro-sul à região norte do país pelos seus contornos. Em termos práticos, a construção das rodovias criava a “civilização de terra firme”, contrastada com a tradicional “civilização de várzea” (HOMMA, 2006).

Tais ações estavam em consonância com os propósitos do planejamento regional, ainda em fase embrionária no período de 1930 a 1960 (HOMMA, 2006). Embora, como ressalta Becker (2001) muito mais discursiva do que prática, tais ações, principalmente a implantação das rodovias, estimularam ainda mais o fluxo de migrantes, repercutindo no período de 1950-60 um crescimento populacional de 1 milhão para 5 milhões. Além disso, desestruturaram a pequena indústria local e propiciou a competição com produtos agrícolas do Sul (HOMMA, 2003).

O principal elemento que deu condições para a ampliação do desmatamento na região foi a construção das rodovias Belém – Brasília (BR-010) e Brasília – Acre (BR-29, atualmente BR-364). Os dois grandes eixos rodoviários permitiram a formação de inúmeros povoados, vilas e

idades, que, adotando como atividade econômica a agricultura e a pecuária em áreas próximas a essas rodovias, culminaram no desmatamento ao longo delas. Além deles, vale ressaltar a expansão das culturas de juta nas várzeas de alguns rios da região e também a ocupação das várzeas do rio Guamá –estado do Pará - para a produção de alimentos, aumentando as áreas desmatadas. Com a exceção das novas rodovias construídas e outras situações isoladas, até a década de 1960, o desmatamento esteve concentrado em áreas de várzea, dada a predominância do sistema de transporte por meio dos rios.

2.3.4 O controle estatal: 1966 a 1985

A partir de 1966, a região amazônica passou a ser contemplada por inúmeras ações do governo federal, que passou a ter um caráter centralizador e planejador. Isso se deveu, em parte, à visão que os militares tinham a respeito da Amazônia, a qual pode ser resumida de acordo com o pensamento do general Golbery do Couto e Silva, de que a Amazônia era um imenso espaço desigualmente ocupado e carente de integração. O governo militar enxergava a região como “um vasto arquipélago” (COUTO e SILVA, 1981) desintegrado das demais regiões do país, o que, segundo ele, implicaria um grande perigo à integridade do território nacional.

Sobre o aspecto da modernização estatal, vale lembrar que “os militares julgavam de fundamental importância ter um completo controle sobre o Estado, considerado o único instrumento capaz de realizar seus objetivos. O planejamento, portanto, tornou-se a pedra angular do regime ditatorial brasileiro, principalmente porque era concebido como uma técnica racional e neutra que aumentaria o grau de eficiência das políticas econômicas” (SERRA; FERNÁNDEZ, 2004, p. 111).

Além do mais, os militares enxergavam o território como um importante elemento de controle, pois, por meio dele, garantiam inclusive o controle social. Para isso era necessária a construção de infra-estruturas, servindo de conexão aos diferentes pontos existentes, garantindo a coesão interna e a manutenção da integridade territorial (COSTA, 1992). A esse conjunto de vias, denominado por malha programada, representa “a apropriação física e o controle do território” (BECKER, 2001).

Especificamente, segundo Becker (2001), o Estado entendia que a região era prioridade pelas seguintes razões:

- Constituía a solução para conflitos sociais decorrentes da modernização da agricultura nas demais regiões do país;
- Poderia ser o palco de ações de resistência contra o governo militar;
- A ameaça de perda territorial, principalmente pelos vizinhos que compartilham a floresta, em especial a Bolívia, que construía Carretera Bolivariana Marginal de la Selva;
- O entendimento contrário do Estado Nacional em relação ao Instituto Hudson, o qual demonstrava a intenção de transformar a região amazônica em uma área de circulação e extração de recursos.

Para a implementação de um controle mais rigoroso sobre a região, havia a necessidade de modernizar o aparato institucional do Estado voltado à região amazônica, o qual deveria contar com instituições capazes de responder prontamente às orientações políticas. Nesse sentido, o Banco de Crédito da Borracha foi transformado no Banco da Amazônia S.A. - BASA e a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia - SPVEA foi transformada na Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM. É nesse período também que se criou um centro de produção de bens de elevado valor agregado, a Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA, que se constituía como um enclave tecnológico no meio da floresta, propiciado por grandes incentivos fiscais.

Os militares sempre consideraram a região Norte estratégica, tanto que ela esteve presente em todos os grandes programas engendrados pelo governo, tais como: o Plano de Integração Nacional - PIN, o Programa de Redistribuição de Terras e Estímulo à Agroindústria do Norte e do Nordeste - PROTERRA, Plano de Desenvolvimento da Amazônia - PDA, Metas e Bases², I Plano Nacional de Desenvolvimento – I PND e II Plano Nacional de Desenvolvimento – II PND. Por ser uma região estratégica, o Estado se propôs a implantar redes de integração espacial, tais como:

- Construção da rede rodoviária, impulsionada pela Transamazônica, Perimetral Norte, Cuiabá – Santarém e Porto Velho – Manaus;

² Programa Metas e Bases: programa divulgado em 1º de outubro de 1970 que delineava a ação do governo no período entre 1970 e 1973.

- Ampliação da rede de telecomunicação, por meio de satélites, proporcionando acesso à televisão aberta e pela expansão de linhas telefônicas;
- Melhora da rede urbana, a qual serviria de suporte às instituições estatais e organizações privadas;
- Construção da rede energética, fundada em hidroelétricas, que serviria como insumo à nova fase industrial.

Além do aparato físico, o Estado elaborou medidas para garantir maior presença humana na Amazônia. Nesse sentido, o Estado estimulou uma corrente migratória, por meio dos projetos de colonização. Além disso, adotou mecanismos fiscais e creditícios para que o fluxo de capital de outras regiões, principalmente do Sudeste, pudesse migrar e se valorizar por meio de um conjunto de atividades econômicas, primordialmente ligadas à exploração de recursos naturais existentes.

Em relação à agricultura, o governo federal passou a incentivar projetos de estímulo ao desenvolvimento dessa atividade no norte do Estado do Mato Grosso e no sul do Estado do Pará. Além disso, nos anos de 1965 e 1966 foram criadas, respectivamente, nos Estados do Pará e do Amazonas as Associações de Crédito e Assistência Rural - ACAR, as quais já existiam nos estados do Sudeste desde a segunda metade dos anos 1950.

Com a crise econômica gerada pelo Choque do Petróleo em 1973, o governo teve de reorientar sua estratégia de desenvolvimento na região amazônica, pois as adotadas se mostraram excessivamente onerosas. Tal alteração culminou em 1974 com a criação do Polamazônia, em que cada pólo de desenvolvimento constituía em um tipo de produção especializado. Dentro dessa estratégia, o governo “estimulou imigrantes dotados de maior poder econômico, resultando na expansão das empresas agropecuárias e de mineração” (BECKER, 2001). Assim, o governo garantia a continuidade do desenvolvimento amazônico sem despesas excessivas de recursos.

É em meados da década de 1970 que se iniciou o questionamento sobre o desmatamento na Amazônia, quando mais de 10 milhões de hectares já haviam sido desmatados. Nesse sentido, como destaca Homma (2006b, p. 46) “a comunidade acadêmica na Amazônia foi praticamente omissa com relação à ocupação desordenada e aos desmatamentos, na sua fase inicial, justificando-se, inclusive, a pecuária, como modelo ideal, em face da escassez de mão-de-obra e

da abundância de terra e da estratégia militar de ocupar o vazio demográfico”. Da constatação dos problemas ambientais, em 1979 se firmou a cooperação científica internacional na Amazônia, por meio do convênio com a Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - GTZ, da então Alemanha Ocidental, visando à utilização adequada dos solos e sua conservação.

No começo da década de 1980, com a segunda crise do petróleo, o governo decidiu revisar drasticamente suas ações na região, visando reduzir as despesas públicas. Tal premissa resultou na concentração de recursos em poucas e selecionadas áreas, com o intuito de fomentar as exportações da região. O Programa Grande Carajás e o Projeto Calha Norte representam a nova realidade econômica do país e exprimiram as formas de como o governo remodelou suas ações sobre a Amazônia.

Além dos projetos mencionados para a década de 1980, convém lembrar também o Polonoroeste, que foi implementado em 1982 em Rondônia e no norte do Mato Grosso. Essa ação do governo federal contou com financiamento do Banco Mundial e visava absorver um contingente populacional de outras regiões, por meio da melhoria de infra-estrutura, do aumento da produtividade agrícola, da geração de renda das atividades agropecuárias e, consequentemente, da melhoria do bem-estar de sua população (SERRA; FERNÁNDEZ, 2004).

Os grandes projetos industriais do período para a região se caracterizavam pelo uso intensivo em recursos naturais e, decorrente disso, estavam concentrados espacialmente, possuíam grande escala de produção, tinham um relativo isolamento e dissociação do entorno e estavam conectados com os mercados mundiais (BECKER, 1990).

As ações encadeadas pelo governo federal resultaram em três grandes concentrações econômicas, diferenciadas tanto em termos de localidade, como também em termos de natureza produtiva. São elas:

1 - “o triângulo formado por Carajás, Belém e São Luiz, apoiado na rodovia Belém-Brasília, em trechos da Transamazônica e na ferrovia Carajás, baseado na economia metropolitana e de exploração mineral;

2 - a Zona Franca de Manaus, baseada na indústria eletro-eletrônica, na navegação fluvial e nos transportes aéreos; e

3 - a faixa agropecuária meridional que se expande ao longo das rodovias que circundam a região, desde o sudeste do Pará ao Acre” (BECKER, 2000).

Segundo Schmink³ (1981 apud REYDON; DINIZ, 1999), no desenvolvimento da Amazônia, além da criação de infra-estrutura, como de transporte e de comunicações, de programas de colonização, a exemplo do PIN e do PROTERRA, e do incentivo à ocupação produtiva, como o POLAMAZONIA, o governo federal também oferecia crédito agrícola subsidiado e subsídios fiscais para consolidar a inserção da região na vida econômica do país.

O governo federal tinha a premissa de que os subsídios fiscais iriam atrair os capitais privados à Amazônia, constituindo um elemento sustentado de desenvolvimento à região. O interesse que governo demonstrava pela região no momento pode ser visto pela quantidade de recursos públicos e privados que foram deslocados para a Amazônia, os quais superaram os do Nordeste, mesmo este contando com maior poder político (TEIXEIRA, 1998).

É exatamente ao longo desse período que o desmatamento começou a se intensificar na região, culminando, em meados da década de 1980, em cerca de 10% de área da floresta desmatada. E isso ocorreu por várias razões. A implantação de grandes projetos agropecuários apoiados por incentivos fiscais passou a existir no sul do Estado do Pará e no norte do Estado de Mato Grosso, estimulando a ocupação da região e aprofundando a retirada da cobertura florestal. As construções das rodovias PA-70, entre a cidade de Marabá a rodovia Belém-Brasília e a Transamazônica – BR-230 criaram um novo eixo de desmatamento em porções centrais da floresta. Além disso, as políticas promovidas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA também contribuíram para a retirada da cobertura nas áreas de assentamento ao longo das principais rodovias que cortam a região, principalmente nos Estados de Rondônia, Mato Grosso e Pará.

2.3.5 O desenvolvimento da Amazônia no período de 1986 aos dias atuais

Após o fim do governo militar, a situação financeira do Estado estava fragilizada, principalmente em função da chamada crise da dívida externa. Isso se desdobrou na diminuição de alguns investimentos do governo na região amazônica. Paralelamente a isso, a Amazônia

³ SCHMINK, M. **A case study of the closing frontier in Brazil**. Gainesville: Amazon Research and Training Program, 1981. 25 p. (Amazon Research Paper, 1).

despertou a atenção internacional, principalmente dos Estados Unidos e da Europa, os quais reivindicavam a preservação de sua floresta. Diante de tais pressões, o governo do Presidente José Sarney criou o “Programa Nossa Natureza” em 1988. E no ano seguinte foi criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

É ao longo da década de 1990 que o dilema entre as políticas de desenvolvimento na região amazônica e a preservação se tornou explícita. Entre as políticas mais notórias de desenvolvimento pode-se citar o programa Brasil em Ação, de 1996, o Avança Brasil, de 1999 em um nível mais abrangente; o início transporte da soja pela hidrovia do rio Araguaia em 1995 e a inauguração da hidrovia do rio Madeira em 1997, num nível mais específico. Por sua vez, é nessa mesma década o PP-G7, a United Nations Conference on Environment and Development (RIO 92) e a assinatura do Protocolo de Kyoto.

Em 1991, o Brasil negociou em Genebra, o Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais Brasileiras (PP-G7), o qual foi lançado oficialmente em 1993. O programa - financiado pelos países da União Européia, Canadá, Estados Unidos e Japão - aprovou recursos que totalizam US\$ 250 milhões, e se constitui o maior programa ambiental de cunho externo implementado em um único país. Os projetos do PP-G7, segundo Serra e Fernández (2004), são:

- SPRN = Subprograma de Política de Recursos Naturais, visando a descentralização e a gestão ambiental integrada;
- PD/A = Projetos Demonstrativos Tipo A;
- PROTEGER = Projeto de Mobilização e Capacitação em Prevenção aos Incêndios Florestais na Amazônia;
- PPTAL = Projeto de Proteção às Populações e Terras Indígenas;
- RESEX = Projeto Reserva Extrativista;
- PROMANEJO = Programa de Apoio ao Manejo Florestal;
- PROVÁRZEA = Projeto de Manejo dos Recursos Naturais da Várzeas;
- SPC&T = Programa de Ciência e Tecnologia;
- Negócios Sustentáveis.

De uma perspectiva mais ampla, o PP-G7 “se transformou no grande indutor dos projetos endógenos, através de uma estratégia descentralizada que envolve as principais reivindicações sociais. Dentre os diversos tipos de concentrações endógenas, destacam-se as áreas protegidas e os projetos comunitários alternativos que transformaram a Amazônia em verdadeira fronteira experimental de um novo padrão de desenvolvimento” (BECKER, 2001, p. 146). Até o presente momento, segundo o Ministério do Meio Ambiente, o programa demarcou 149 áreas indígenas; estabeleceu 2,1 milhões de hectares de Reservas Extrativistas; implementou 190 projetos de produção sustentáveis; treinou cerca de 12 mil pessoas para combater incêndios; e realizou 53 projetos de pesquisa básica e aplicada.

Em 1996, com o Programa Brasil em Ação e posteriormente com o Programa Avança Brasil - PAB, é retomado o modelo exógeno de crescimento da região, com a proposição de corredores de desenvolvimento regional, lastreados na consolidação de vias de transporte. Dessa forma, é resgatado o modelo anterior para o desenvolvimento regional, pois tal programa revive a mobilização extensiva de recursos naturais. Em termos estratégicos, o PAB prevê fortalecer as exportações e ampliar as relações com os demais países Sul-Americanos, por meio dos seguintes eixos⁴:

1) Acesso ao Caribe – Rodovia BR-174 - consolidando uma alternativa de acesso à Zona Franca de Manaus;

2) Acesso ao Atlântico – por meio da integração das modalidades hidroviária e rodoviária, permitindo que o Centro-Oeste e Estados como Acre e Rondônia tenham maior agilidade logística;

3) Ligação do Porto de Itaqui, no Estado do Maranhão, com as áreas de produção mineral do Pará, agroindustriais do cerrado e semi-árido, conectando a hidrovia do Araguaia-Tocantins, a Ferrovia Norte-Sul e a Ferrovia Carajás;

⁴ Em relação aos eixos do PAB, a rodovia BR-174 encontra-se totalmente pavimentada ligando a região de Manaus à divisa do Brasil com a Venezuela. A rodovia BR – 364 passa por constantes obras de recuperação, necessárias pelas constantes chuvas que incidem na região. As hidrovias estão sendo preparadas para navegação nos seguintes trechos: Hidrovia Tocantins – Araguaia com extensão navegável de 3251 km, englobando os trechos: Rio Araguaia - Aruanã -GO — Xambioá - TO; Rio das Mortes - Nova Xavantina - MT — São Félix do Araguaia - MT; Rio Tocantins - Peixe - TO — reservatório Lajeado; Miracema - TO – Estreito - MA; Imperatriz– São João do Araguaia; São João do Araguaia – reservatório de Tucuruí; barragem de Tucuruí - foz do Tocantins. E em relação ao eixo de ligação entre o Cerrado e o Porto de Itaqui - MA, esta linha já liga o Estreito no MA (próximo ao norte do TO) a Itaqui, principal porto nordestino. Já há carregamentos de grãos de Balsas - MA e TO.

4) Recuperação da BR- 364, a qual tem início em Limeira – SP e termina em Rodrigues Alves – AC, melhorando as condições de infra-estrutura das regiões Centro-Oeste e Norte.

Nesse mesmo ano, o governo editou a Medida Provisória 1511⁵ de 25 de Julho de 1996, motivado pelas inúmeras pressões sobre o desmatamento na Amazônia. A Medida Provisória eleva de 50% para 80% as áreas de preservação. Além disso, altera o Imposto Territorial Rural - ITR.

Uma outra política importante para a região é o Plano Amazônia Sustentável - PAS lançado pelo o governo federal em 2006. Nele, o governo reconhece o “esgotamento das políticas públicas de ocupação do território” (BRASIL, 2006, p. 10), e orienta a ação do Estado (diretrizes) para a:

- “Promoção do ordenamento territorial mediante regulamentação fundiária; proteção dos ecossistemas e dos direitos das populações tradicionais, bem como a melhor destinação de terras para a exploração produtiva;
- Minimização do desmatamento legal com a transformação da estrutura produtiva, impedindo a replicação do padrão extensivo de uso do solo;
- Esforços no sentido de agregar valor à produção regional, mediante capacitação tecnológica dos setores tradicionais, indução de novos empreendimentos baseados em conhecimento técnico-científico avançado, em especial quanto ao uso sustentável da floresta;
- Estímulo ao desenvolvimento com equidade, evitando-se reproduzir a desigualdade social, em que poucos se beneficiam dos investimentos e iniciativas para a região;
- Estímulo à cooperação entre os entes federados;
- Fortalecimento da sociedade civil, para que a crescente presença do Estado na região seja construída em sinergia com seu engajamento”.

Pelas diretrizes do PAS, pode-se perceber claramente a postura atual do Estado, que se insere como um dos vários agentes que interagem na região, cujo papel principal é a articulação com os demais setores da sociedade. O presente engajamento contrasta fortemente, como foi

⁵ Até a vigência do Decreto Nº 5.975 de 30 de novembro de 2006, a Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, passou por 67 modificações por meio de medidas provisórias.

visto, com o Estado centralizador e gestor, no período que estende de meados da década de sessenta até meados da década de oitenta.

2.4 As políticas de isenções fiscais e de crédito para dinamizar atividades econômicas na região Amazônica

Para estimular as atividades econômicas na Amazônia Legal, o governo federal, além dos investimentos em infra-estrutura que realizou (como a construção de rodovias) e dos projetos de colonização que implementou – ambos analisados no item anterior – instituiu políticas de incentivos fiscais e de crédito para estimular atividades econômicas na região. Essas políticas são descritas nesse item.

Talvez a Amazônia tenha sido a primeira região do Brasil a ter isenção de impostos visando desenvolver sua atividade econômica, pois tais incentivos surgiram ainda ao longo do século XVII, para promover o cultivo do cacau, tabaco e açúcar (HANSON, 1986). Mas é a partir da década de 1960 que os incentivos fiscais se tornaram um elemento bastante presente no processo de desenvolvimento da Amazônia.

Conforme Mendes (2000, p. 5), os incentivos fiscais referem-se “a tudo aquilo que a legislação fixa como favor fiscal, concedido a setores ou regiões, por meio de isenções, redução de base tributável ou alíquotas”. Empiricamente é difícil distinguir a isenção da renúncia fiscal. De forma geral, isenção fiscal se caracteriza quando um empreendimento é implantado necessariamente com a presença do benefício fiscal, caso contrário, o empreendimento não existiria e a receita fiscal também não, ou seja, também não poderia se constituir na situação de renúncia fiscal.

Dentro dessa ótica, os projetos e ações que obtiveram algum tipo de benefício fiscal na região amazônica podem ser caracterizados por isenção fiscal, dado o imenso vazio que antecedia a região. E este vazio era exatamente o que o governo federal pretendia preencher com as políticas de isenção a partir da década de 1960.

A adoção de medidas fiscais para a atração de investimentos se caracteriza pelo aspecto pouco intensivo e seletivo. A outra opção seria a formulação de políticas que alterassem as condições sistêmicas do setor produtivo, como a desregulamentação, o desenvolvimento de

instituições públicas e privadas para o desenvolvimento regional de pesquisa e os investimentos em infra-estrutura econômica e social. Porém, essas medidas são de caráter extremamente lento e mais custosas aos cofres públicos que as adotadas pelas medidas de isenção (CAVALCANTI; PRADO, 1988).

A concepção e a estrutura das políticas que foram aplicadas na região amazônica são derivadas, de certa forma, da experiência que o governo acumulou com a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, criada em 1959. Em 1963, o governo permitiu que os benefícios do Sistema 34/18, criados para os Estados do Nordeste, fossem utilizados nos Estados da Amazônia.

Em 1966, a Lei nº 5.173 criou a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM, e extinguiu a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia - SPVEA. O principal objetivo da SUDAM era conceber, promover e coordenar o Plano de Valorização Econômica da Amazônia - PVEA. Além da SUDAM, a execução do Plano contava com o Banco da Amazônia S.A. - BASA, demais órgãos do governo federal e também entidades credenciadas que tenham condições de participar e contribuir para o desenvolvimento da região amazônica.

Com a criação da SUDAM e com outros mecanismos de fomento, as isenções fiscais eram concedidas principalmente para as atividades da pecuária, da mineração e da extração madeireira, justamente atividades que necessitam de grandes quantidades de terra. Com os mecanismos fiscais, o governo orientava, segundo os seus critérios, o uso do solo na região, na medida em que tais atividades só se justificavam, do ponto de vista econômico, caso estivessem amparadas em algum mecanismo que atenuasse o baixo poder do mercado consumidor local e as longas distâncias aos centros consolidados dos Estados do Sudeste. Por meio dos incentivos, a Região Norte poderia se articular aos centros produtivos por meio do fornecimento de matérias-primas para a industrialização, pois, as empresas que se beneficiavam dos incentivos destinavam-se apenas à exploração de bens primários, semi-elaborados e de baixo valor agregado (LOUREIRO; PINTO, 2005).

Pelo Decreto-Lei nº. 1376/74, o mecanismo do Sistema 34/18 se tornou o Fundo de Investimento da Amazônia – FINAM, o qual continuou a conceder incentivos via dedução do imposto de renda. O FINAM ainda se constitui um importante mecanismo para a concessão de

incentivos visando a atração e o desenvolvimento de atividades econômicas na região (Gráfico 2.1).

Gráfico 2.1 - Evolução do crédito concedido pelo Fundo de Investimento da Amazônia: 1970 a 1995

Fonte: Gomes e Vergolino (1997)

O Gráfico 2.1 mostra a evolução do volume financeiro concedido por meio dos mecanismos FINAM entre 1970 e 1995. Nela se pode observar a oscilação do volume concedido. Isso pode estar relacionado às condições econômicas que o país estava vivendo nesse período, com início de crise econômica e aumento do processo inflacionário. A resultante das condições econômicas torna o investimento em novas atividades menor, o que justifica a queda das concessões.

Em relação aos mecanismos utilizados pelo FINAM, a Lei nº 8.167 de 16 de janeiro de 1991 alterou a legislação do imposto sobre a renda relativa a incentivos fiscais e estabeleceu novas condições operacionais dos Fundos de Investimentos Regionais. Alguns aprimoramentos foram efetuados por meio dos decretos nºs. 153, de 25.06.91, e o 853, de 02.07.93, no entanto, a Lei nº 9.532 de 10 de dezembro de 1997 determinou que a partir de 2003 os incentivos sejam decrescentes e o prazo final de concessão dos incentivos não pode ultrapassar o ano de 2013.

Uma importante alteração da política de desenvolvimento da região amazônica foi feita por meio da Medida Provisória Nº 2.146-1 de maio de 2001, a qual extinguiu a Superintendência

de Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM. Além disso, ela também criou a Agência de Desenvolvimento da Amazônia - ADA e o Fundo de Desenvolvimento da Amazônia - FDA, o qual é administrado pela ADA e tem o objetivo de alavancar os recursos necessários para a realização de investimentos nas áreas de atuação das agências. A principal função da ADA é propor e coordenar a implantação do Plano de Desenvolvimento da Amazônia.

A alegação do governo federal para a extinção da Sudam, bem como da Sudene, era o elevado nível de corrupção interna⁶.

A Tabela 2.1 mostra a evolução dos benefícios concedidos por meio da ADA e FINAM. Embora a literatura ressalte o fim das políticas de desenvolvimento regional com a extinção da SUDAM, a ADA concedeu um volume maior de benefícios fiscais do que os últimos anos de vigência da SUDAM. O FINAM, que no final da década de 1990 tinha um volume de concessões semelhante ou até mesmo maior que o da SUDAM, tem atualmente uma importância relativa menor que o da ADA. Vale ressaltar que os benefícios concedidos, comparando-se 2007 com 2005, tiveram um aumento aproximado de 125%. O montante crescente de benefícios concedidos pela ADA mostra a intenção do governo em manter a estrutura de desenvolvimento regional ativa.

Tabela 2.1 - Benefícios fiscais por instituição concedente e setor econômico beneficiado: 1998 a 2007 (R\$ de 2000)

Ano	FINAM				ADA		
	Total	Total	Agricultura	Indústria	Total	Agricultura	Indústria
1998	1.147.959.609	553.522.918			594.436.691		
1999	722.472.273	402.459.960			320.012.312		
2000	597.231.973	315.700.000			281.531.973		
2001	614.003.600	342.663.043			271.340.556		
2002	282.872.110				282.872.110		
2003	670.381.345	136.673.232	25061764	111611469	533.708.112	97866029,7	435842082,7
2004	352.382.864	66.102.841	12121275	53981566,8	286.280.023	52495153,4	233784869,7
2005	449.990.596	76.791.101	14081180	62709920,3	373.199.495	68433572,9	304765922,9
2006	583.615.827	99.594.308	18262603	81331704,4	484.021.519	88755001,8	395266517,6
2007	910.402.954	114.270.510	20953778	93316732,7	796.132.443	145986766	650145677,5

Fonte: Brasil (1998 - 2007)

⁶ Esse discurso também fora utilizado pelo governo federal no momento da desativação do SPVEA e criação da Sudam.

A última transformação da estrutura para a formulação de políticas visando o desenvolvimento da região norte foi a aprovação do Decreto Nº 6.199, de Agosto de 2007, o qual regulamentou o que se denomina a Nova Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM, extinguindo a Agência de Desenvolvimento da Amazônia - ADA. A Nova SUDAM está vinculada ao Ministério da Integração Nacional. O mesmo decreto recriou os Conselhos Deliberativos, os quais têm o papel sobre a formulação de estratégias de desenvolvimento para a região e sobre a aplicação dos recursos dos Fundos de Desenvolvimento da Amazônia - FDA.

Com a Nova SUDAM, o governo pretende manter o aparato das políticas de fomento de atividades econômicas na região. Embora, como se deve supor, as políticas econômicas para o desenvolvimento devem encampar temas ambientais.

A Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989, criou o Fundos Constitucional do Norte - FNO, o qual transfere para os estados e municípios os recursos arrecadados pelo governo federal por meio do Imposto de Renda e Imposto sobre Produtos Industrializados. Sua abrangência são todos os Estados da Região Norte. O Fundo visa fomentar o desenvolvimento de atividades econômicas nos setores agropecuário, mineral, industrial, agroindustrial, turístico, comercial e de serviços. A Tabela 2.2 mostra os valores concedidos pelo FNO para os estados da Região Norte entre 2000 e 2006. Ao longo desse período, o estado que mais recebeu os benefícios foi o Pará (R\$ 1.859.858.100), seguido do Tocantins (R\$ 993.296.300) e Rondônia (R\$ 589.490.300).

Tabela 2.2 - Valores concedidos pelo Fundo Constitucional de Financiamento do Norte – FNO – (R\$1000)

Estado \ Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total Acumulado
Acre	27568,0	23374,1	22784,3	26486,0	27830,6	48925,6	24566,9	201.535,50
Amapá	5326,0	4013,6	4450,5	2610,8	4011,0	5227,4	3314,6	28.953,90
Amazonas	36989,0	30552,5	30785,3	63092,4	98728,5	40890,0	109771,8	410.809,50
Pará	313888,0	209778,1	233153,4	356766,8	312822,5	227022,8	206426,5	1.859.858,10
Rondônia	106813,0	23311,6	47309,1	102048,0	134977,0	85555,7	89475,9	589.490,30
Roraima	6549,0	2834,2	4076,5	9154,1	16660,0	29928,0	17904,4	87.106,20
Tocantins	200178,0	117122,3	90930,1	155349,4	189060,6	134929,2	105726,7	993.296,30
Total	697311,0	410986,4	433489,2	715507,4	784090,2	572478,6	557186,7	4.171.049,50

Fonte: Banco da Amazônia (2000 - 2006)

Para o ano de 2006, 55,7% dos recursos foram aplicados no setor da agropecuária, 21,4% no industrial, 11,4% no comércio e prestação de serviços, 11% em infra-estrutura e 0,5% no turismo.

2.5 Análise do comportamento das variáveis consideradas causas imediatas do desmatamento na Amazônia no período de 1970 a 2006

A literatura ressalta o crescimento populacional, a construção de rodovias e as atividades econômicas (dos setores agropecuário, industrial e de serviços), que são estimuladas pelas políticas econômicas analisadas nos dois últimos itens, como causas imediatas do desmatamento. O presente item analisa a evolução daquelas três variáveis na Amazônia Legal, ressaltando que elas têm dinamismo diferente entre os estados.

A interpretação sobre a importância da dinâmica populacional causando o desmatamento é contraditória. Dentro da literatura internacional, alguns trabalhos apontam que, em última instância, todas as ações humanas são realizadas para o sustento da população, gerando, assim, o desmatamento (TANAKA; NISHII, 1997). Mas ao que tudo indica, não é a simples presença da população em determinada região que implica em maiores níveis de desmatamento (HOGAN, 2001), e sim, quais são as utilizações do solo, a exemplo da construção de estradas, formação de núcleos populacionais, hidrelétricas e as atividades econômicas.

Do ponto de vista da ocupação, a Amazônia Legal evoluiu de uma região com população extremamente escassa (8,2 milhões em 1970), passando para 17 milhões em 1991, até atingir 21 milhões de habitantes em 2000. A densidade demográfica subiu de apenas 1,7 habitante por quilômetro quadrado em 1970 para 4,2 habitantes por quilômetro quadrado em 2000. Nesse mesmo período, a população brasileira era de 93,13 milhões em 1970; em 1980 era de 146,82 milhões, 157,07 milhões em 1991 e 169,8 milhões em 2000.

A população urbana de todos os estados que formam a Amazônia Legal teve aumento ao longo de todo o período analisado (ver Gráfico 2.2). Com exceção de Tocantins, onde a população rural de 2005 é inferior a de 1970, a população rural dos demais estados seguiu a mesma dinâmica que a população urbana. Já entre 2000 e 2005, a população rural aumentou somente no Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia e Roraima, tendo diminuído nos outros estados. Vale ressaltar que o número de famílias assentadas em entre 2003 e 2006 na região norte é o maior de todas as regiões do país, totalizando 187.311 nesse período⁷. Isso mostra o crescimento da população rural e a pressão potencial sobre o desmatamento.

⁷ INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Sistema de Informações de Projetos de Reforma Agrária - SIPRA**. Relatório: 0227 de 8 de maio de 2007.

Gráfico 2.2 - População dos estados da Amazônia Legal 1970 a 2000 (mil habitantes)

Fonte: IBGE (2000, 2002)

Sobre o impacto das rodovias sobre o desmatamento, existe certo consenso na literatura de que a abertura ou a pavimentação não gera o desmatamento, mas sim facilita o acesso dos agentes a áreas até então isoladas. Nessa mesma linha, a construção de estradas, pavimentadas ou não, também contribui para a diminuição dos custos de transporte, tornando rentável o uso econômico de áreas mais distantes dos centros de comercialização dos bens produzidos (PFAFF, 1996; LAURENCE et al., 2004; FEARNSSIDE, 2006; FEARNSSIDE; GRAÇA, 2006; SOARES FILHO et al., 2005).

Mas de maneira geral, a literatura aponta que os grandes eixos rodoviários direcionam apenas o sentido do desmatamento, a velocidade depende de como os agentes são influenciados positivamente a exercer atividades que demandem solo e que tais atividades sejam alternativas à floresta, ou seja, existe uma relação muito próxima entre o desmatamento e as condições econômicas exercidas na região (LAURANCE et al., 2004; FEARNSSIDE, 2005; SOARES FILHO et al., 2005).

Sobre as rodovias, a rede pública (federal, estadual e municipal) totalizava aproximadamente 251 mil quilômetros no ano de 2004 nos estados da Amazônia legal, dos quais aproximadamente 29% estão asfaltadas e o restante (71%) são estradas não-pavimentadas em diferentes condições de rodagem. Os estados com maior malha rodoviária são os estados do Mato Grosso, Maranhão e Pará, respectivamente (Gráfico 2.3).

Gráfico 2.3 - Extensão da malha rodoviária nos estados da Amazônia Legal (100 Km)

Fonte: Brasil (2001) e Agência Nacional de Transportes Terrestre - ANTT (2006)

Sobre a economia da Amazônia, embora seja, em certos aspectos, inexpressiva diante de outras regiões brasileiras, ela é diversificada e bastante diferenciada entre seus estados. De forma geral, ela é baseada na agropecuária (extração de madeira, pecuária e agricultura), na mineração (em especial, ferro e bauxita), na Zona Franca de Manaus e no setor de serviços. Conforme a Tabela 2.3, se pode verificar que o PIB regional totalizou R\$ 106,7 bilhões em 2005, o que representou apenas 7,8% do PIB do Brasil naquele ano.

Tabela 2.3 - PIB: valor real e composição – 2005 (R\$ de 2000)

Estados	PIB Total (em mil Reais)	Composição Setorial do PIB (%)		
		PIB Agropecuário	PIB Industrial	PIB Serviços
Acre	2.824.255,75	20,02	11,52	68,45
Amazonas	21.021.842,45	5,24	44,25	50,51
Amapá	2.751.652,30	3,20	11,38	85,42
Maranhão	15.959.557,05	17,78	17,19	65,03
Mato Grosso	23.609.976,22	32,17	18,66	49,17
Pará	24.671.384,16	8,95	33,14	57,91
Rondônia	8.130.539,74	20,45	13,92	65,63
Roraima	2.003.060,37	7,66	11,05	81,29
Tocantins	5.724.212,89	21,90	27,41	50,69

Fonte: Instituto de Pesquisa em Economia Aplicada - IPEA (2007)

O setor de serviços é a principal atividade geradora de renda para todos os estados da região, e correspondeu em 2005 a mais de 50% para todos os estados que compõem a região. Para o Amapá e Roraima, o setor de serviços representou mais de 80% do PIB em 2005. É importante ressaltar que muitos dos serviços são oriundos das atividades de governo.

Após o setor de serviços, o PIB industrial e o PIB agropecuário assumem pesos distintos para cada um dos estados. Enquanto o PIB industrial tem maior importância que o agropecuário para o Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e Tocantins, o PIB agropecuário tem maior peso que o industrial para o Acre, Maranhão, Mato Grosso e Rondônia.

Não há evidências teóricas ou relatos empíricos da relação entre o setor de serviços e o desmatamento. Já a relação entre o desmatamento e o setor industrial é mais clara, a qual, dependendo de sua natureza, pode acarretar sérios impactos sobre o desmatamento. Exemplo disso é o complexo de Carajás, o qual abriu caminho para o funcionamento de empresas denominadas “guseiras”, as quais produzem o ferro-gusa a partir do minério de ferro, e estão localizadas nos Estados do Maranhão e Pará. As quinze empresas em funcionamento produziram, até 2005, mais de 20 milhões de toneladas. Para cada tonelada de ferro-gusa são utilizados 875 kg de carvão, o qual é predominantemente obtido por meio do desmatamento, pois a silvicultura voltada ao seu abastecimento não é suficiente. Só no ano de 2005, há a estimativa de que cem mil hectares de floresta foram derrubados para a produção de carvão (HOMMA et al., 2006). Por outro lado, no estado do Amazonas e especificamente no município de Manaus, onde se localiza a Zona Franca, a área desmatada é uma das menores da região, pois as atividades industriais ali concentradas não demandam por bens oriundos da floresta.

De todos os setores, o agropecuário mostra ter o maior impacto sobre o desmatamento, dada sua necessidade por solo. Especificamente sobre ele, o estado com maior PIB agropecuário em 2005 é o de Mato Grosso, seguido pelo Maranhão, Pará e Rondônia (ver Gráfico 2.4). De 1970 até 2005 o crescimento da produção agropecuária da região não foi contínua, como pode ser observado no Gráfico 2.4. Entre 2000 e 2005 a produção do Acre cresceu 576,6%; do Tocantins, 260%; de Roraima, 230%; do Amazonas, 134%; do Mato Grosso, 106% e de Rondônia, 73%. Já a produção do Pará e do Amapá decresceu 51% e 5,2%, respectivamente.

Gráfico 2.4 - PIB agropecuário nos estados da Amazônia Legal: 1970 a 2005 (R\$ milhões a preços de 2000)

Fonte: IPEA (2007)

Em função do crescimento econômico da região, é factível esperar um aumento dos fatores de produção que são empregados na produção dos bens agropecuários, embora a produtividade dos fatores utilizados possa também ter crescido nesse período. Em todos os estados analisados, a área destinada à agricultura aumentou (ver Gráfico 2.5) cerca de 220% entre 1995 e 2006, embora a intensidade do aumento seja bastante diferenciada entre eles.

Gráfico 2.5 - Área destinada à agricultura e à pastagem nos estados da Amazônia Legal: 1970 a 2006 (mil Km²)

Fonte: IBGE (2006)

Em relação à pecuária, com exceção dos estados de Roraima e de Tocantins, a área de pastagem dos demais aumentou ao longo de todo o período e, somente entre 1995 e 2006, aumentou aproximadamente 20%. De forma geral, a pecuária ocupa grandes áreas nos estados de Mato Grosso, Pará, Tocantins e Maranhão. Nos demais estados, quando comparada com estes últimos, a área destinada a essa atividade é pequena.

Nos dois últimos censos agropecuários – 1995 e 2006, o estado do Amazonas teve a maior taxa de crescimento da área destinada à pastagem (247,2%), embora sua participação na produção total da região seja bastante pequena (Tabela 2.4). A área com pastagem no Pará teve um aumento também significativo nesse período (76,6%), no entanto, esse estado é o segundo em dimensão da área de pastagem. Mato Grosso, o qual detém a maior área de pastagem da região, teve um crescimento de 6,3% nessa área. O crescimento da área agrícola nesse período foi superior à da pastagem. Mais uma vez, o Amazonas teve a maior taxa de crescimento (909,9%) da região.

Tabela 2.4 - Área destinada à pastagem e à agricultura em 1995 e 2006 e taxas de crescimento dessas áreas (Km²)

Estado	Pastagem		Taxa de Crescimento	Agricultura		Taxa de Crescimento
	1995	2006		1995	2006	
Acre	6.142,13	10.324,31	68,0	759,39	1.777,32	134,0
Amapá	2.449,78	4.320,35	76,3	198,53	838,94	322,5
Amazonas	5.289,13	18.365,35	247,2	2.353,61	23.770,48	909,9
Maranhão	53.105,52	61.626,92	16,0	8.218,27	40.775,48	396,1
Mato Grosso	214.520,61	228.090,21	6,3	29.517,45	68.657,63	132,6
Pará	74.557,28	131.678,56	76,6	8.083,54	32.143,31	297,6
Rondônia	29.220,69	50.642,61	73,3	4.323,08	5.134,64	18,7
Roraima	15.425,65	8.065,59	-47,7	1.330,12	2.284,44	71,7
Tocantins	110.781,56	102.908,56	-7,1	2.672,28	8.118,74	203,8

Fonte: IBGE (2006)

Durante todo o período de aceleração do desmatamento (pós 1970) a pecuária tem sido apontada como a atividade maior causadora do desmatamento. Trabalhos realizados na década de 1980 apontavam que a pecuária dominava o uso do solo em áreas desmatadas na Amazônia (FEARNSIDE, 1983). A finalidade da produção de carnes não ultrapassava os limites regionais,

devido a fatores como endemia de aftose e as dificuldades para transportar por longas distâncias até os grandes mercados, por exemplo.

Os tradicionais mecanismos de incentivos que o governo federal concedia para a pecuária na região amazônica ao longo das décadas de 1970 e 1980 foram menos operantes no final da década de 1980 (FEARNSIDE, 1991). Mas mesmo com menos incentivos, a pecuária continuou crescendo na região amazônica, passando de cerca de 18,7 milhões de unidades em 1985 para 35 milhões em 1995 e 56 milhões em 2006. Esse crescimento ocorreu devido à melhora das condições sanitárias de produção, permitindo a exportação para outras regiões do país e também aos mercados internacionais (NEPSTAD et al., 2006).

A exemplo da área de pastagem, a dimensão do rebanho bovino também aumentou praticamente em todos os estados (ver Gráfico 2.6). Os principais estados pecuaristas apontados pelo Censo Agropecuário de 2006 são Mato Grosso, Pará, Rondônia Tocantins e Maranhão. Como é de se esperar, existe uma correlação muito forte entre a dimensão do rebanho e a área de pastagem (de 0,89).

Gráfico 2.6 - Dimensão do rebanho bovino nos estados da Amazônia Legal: 1970 a 2006 (mil unidades)

Fonte: IBGE (2006)

Pelo fato da maior parcela da pecuária ter sido extensiva, seu crescimento implicava necessariamente em desmatamento (MERTENS et al., 2002). Como afirma Margulis (2003), a atividade apresenta baixa rentabilidade, e maiores ganhos são obtidos por meio da ampliação das

áreas de pastagens. Caso outras atividades superem a pecuária na geração de renda, facilmente é possível converter as pastagens por outros usos do solo.

A atividade da pecuária adotada nas pequenas propriedades exerce maiores pressões sobre a floresta do que a das grandes propriedades. Isso decorre do fato de que as pequenas propriedades não têm recursos para recuperar o desgaste das áreas de pastagens, dada a descapitalização das pequenas propriedades. O trabalho de Feitosa (2003) aponta que o custo para recuperar áreas de pastagens degradadas é da ordem de R\$ 800,00 por hectare na região sudeste do Estado do Pará, enquanto o custo para gerar novas áreas de pasto a partir do desmatamento é de R\$ 350 por hectare. Dessa forma, e sendo o pequeno produtor um agente também racional, existe um estímulo para a continuidade do desmatamento.

Quando comparada com a da pecuária, a influência da agricultura sobre o desmatamento ao longo da década de 1970 era pequena, segundo Fearnside (1986). No entanto, a partir da década de 1980, a agricultura praticada pelos colonizadores representava um grande potencial de desmatamento, a chamada agricultura do “corte e queima”, principalmente nos Estados de Rondônia, Acre e Roraima (FEARNSIDE, 1991).

O desmatamento decorrente do crescimento agrícola é amplamente dependente dos direitos de propriedade, das fontes de crescimento, dos tipos de política utilizada para estimular a agricultura, da credibilidade do governo e se a produção é comercial ou de subsistência. Assim, dependendo das condições que prevalecem, o desmatamento pode ser irrisório ou massivamente destrutivo (LÓPEZ, 2002).

A agricultura das pequenas propriedades, ou familiar, exerce também grande impacto sobre o desmatamento. De forma geral, a agricultura familiar é itinerante, na medida em que ela está baseada no desmatamento e na queima para o preparo do solo. Quando o solo perde sua capacidade de produção, e isso ocorre em média a cada três anos de uso, os agricultores partem para uma nova área de mata densa (HOMMA, 2006). Além disso, a agricultura familiar sobrevive por meio “da venda de produtos agrícolas (culturas alimentares, perenes e pecuárias) efetuados a custas das contínuas incorporações de novas áreas de florestas densas, dos produtos florestais, como extrativismo vegetal (madeireiros e não madeireiros), dos produtos da fauna, como extrativismo da pesca, da transferência de recursos públicos e de familiares e, da venda de mão-de-obra” (MENEZES, 2002, p. 16).

Dentre todas as variedades de culturas, a da soja é apontada pela literatura como a grande responsável pelo avanço do desmatamento na região amazônica, a qual chegou à Amazônia pela expansão sobre os cerrados. Além da cultura da soja ocupar parcelas crescentes de solo na região, ela necessita da “construção de grandes projetos infra-estruturais, os quais movimentam uma enorme cadeia de eventos condutores da destruição de vastas áreas de habitats naturais” (FEARNSIDE, 2006a, p. 264) para muito além da área efetivamente plantada.

O cultivo da soja na região amazônica não é recente, data de meados da década de 1950, quando o então Instituto Agrônomo do Norte realizou alguns experimentos com essa cultura em áreas de várzea em Belém. Em 1982 é registrada a primeira área para o cultivo comercial da soja, totalizando 60 hectares, no Estado de Rondônia. No ano de 1984 a Embrapa Soja recomendou o plantio dessa cultura em Rondônia (HOMMA, 2003). A partir dessa época, a área ocupada pela soja foi crescente e, atualmente, com exceção do Estado do Amapá, todos os demais produzem soja (ver Tabela 2.5). É conveniente ressaltar que o cultivo da soja no Estado do Acre apareceu primeiramente nas pesquisas oficiais em 2005.

Tabela 2.5 - Área plantada com soja nos estados da Amazônia Legal: 1990 a 2005

Estado \ Ano	1990	1995	2000	2005
Rondônia	4.640	4.500	11.800	75.275
Acre	0	0	0	55
Amazonas	0	0	1.060	2.256
Roraima	0	0	0	13.000
Pará	0	0	2.225	68.410
Amapá	0	0	0	0
Tocantins	30.120	20.237	57.919	355.300
Maranhão	15.305	87.690	178.716	372.074
Mato Grosso	1.552.910	2.338.926	2.906.648	6.121.724

Fonte: IBGE (1990, 1995, 2000, 2005)

No entanto, existem outros entendimentos sobre o avanço da soja e o aumento do desmatamento, a exemplo de Brandão, Rezende e Marques (2005). Esses autores salientam que a expansão da área plantada com soja se deu predominantemente pela conversão de áreas de pastagens. Isso é uma evidência de que o avanço da soja não impacta no desmatamento da floresta amazônica, e sim é um novo uso para áreas que não conferem níveis satisfatórios de rentabilidade.

De forma geral, o avanço do desmatamento na região também se deve à baixa tecnologia empregada em boa parte da produção agropecuária. Convivem na região amazônica atividades agropecuárias modernas, com plantadeiras e colheitadeiras, e, no outro extremo, atividades arcaicas, que utilizam instrumentos rudimentares. Como as atividades arcaicas sobrevivem somente da incorporação de novas áreas, provenientes da floresta densa, ela necessariamente gera novos desmatamentos. Após a derrubada e queima, são plantadas culturas de arroz ou milho, por no máximo 3 anos, em seguida, a área é destinada à pecuária, que se sustenta por cerca de 10 a 12 anos, após isso, a área é abandonada e as atividades migram para novas áreas de floresta densa (HOMMA, 2006).

Embora as áreas de pastagem e de agricultura tiveram aumento, a quantidade de pessoas utilizadas na produção diminuiu, com exceção do estado do Mato Grosso. Se comparado 2006 a 1970, houve aumento, mas em relação a períodos intermediários, os censos de 1995 e 2006 mostram uma queda nos trabalhadores na agropecuária para todos os estados que compõem a região da Amazônia Legal quando confrontados com 1980 e 1985 (ver Gráfico 7). Os estados que mais empregam pessoas na atividade agropecuária são Maranhão, Pará, Mato Grosso e Amazonas. Porém, em praticamente todos os estados houve a queda da densidade de trabalhadores, expresso pela relação trabalhadores por área.

Gráfico 2.7 - Número de pessoas empregadas na produção agropecuária nos estados da Amazônia Legal: 1970 a 2006 (mil trabalhadores) e relação trabalhadores por unidade de área (trabalhadores por Km²)

Fonte: IBGE (2006)

A diminuição na quantidade de trabalhadores pode estar atrelada à intensificação de capital utilizado em algumas áreas. O Gráfico 2.8 mostra a quantidade de tratores utilizados na produção agropecuária e a relação entre a quantidade de tratores e a área.

Gráfico 2.8 - Número de tratores nos estados da Amazônia Legal: 1970 a 2006 e relação trator/área

Fonte: IBGE (2006)

Os estados com maior número de tratores em 2006 foram Mato Grosso, Tocantins, Pará, Maranhão e Rondônia. Além disso, pode-se observar nos últimos anos a intensificação do uso do capital nos estados do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia, Roraima e Tocantins. Por outro lado, houve a diminuição da relação tratores/área nos estados do Acre, Amapá, Amazonas e Pará⁸.

O avanço das atividades agropecuárias implica a substituição de áreas florestais por áreas de cultivo agrícola e de criação pecuária, ou seja, implica o avanço do desmatamento, além da erosão, do assoreamento e poluição dos rios da região.

⁸ Apesar do Gráfico 2.7 não apresentar os dados sobre o número de tratores no estado do Amapá, dada a pequena quantidade existente, ele teve um comportamento distinto dos demais estados. Entre 1970 e 1995 o número de tratores cresceu, mas entre 1995 e 2006 houve diminuição da quantidade de tratores utilizados na produção agropecuária.

2.6 A evolução recente do desmatamento na Amazônia

A ocupação na Amazônia, desde a decadência da borracha até a década de 1970, produziu o desmatamento em somente 1% de toda a área. E nos 35 anos subsequentes o desmatamento tomou 17% da área amazônica. A Tabela 2.6 mostra a evolução do desmatamento para toda a região.

Tabela 2.6 - Evolução da área de cobertura florestal e área desmatada na Amazônia

Período	Estimativa da cobertura florestal remanescente na Amazônia (Km ²)	Porcentagem da cobertura florestal *	Área desmatada (Km ²)
pré-1970	4.100.000	78,58	
1970	4.001.600	76,70	98.400
1977	3.955.870	75,82	45.730
1978-1987	3.744.570	71,77	211.300
1988	3.723.520	71,37	21.050
1989	3.705.750	71,03	17.770
1990	3.692.020	70,76	13.730
1991	3.680.990	70,55	11.030
1992	3.667.204	70,29	13.786
1993	3.652.308	70,00	14.896
1994	3.637.412	69,72	14.896
1995	3.608.353	69,16	29.059
1996	3.590.192	68,81	18.161
1997	3.576.965	68,56	13.227
1998	3.559.582	68,22	17.383
1999	3.542.323	67,89	17.259
2000	3.524.097	67,54	18.226
2001	3.505.932	67,20	18.165
2002	3.484.727	66,79	21.205
2003	3.459.576	66,31	25.151
2004	3.432.147	65,78	27.429
2005	3.413.354	65,42	18.793
2006	3.400.254	65,17	13.100

Fonte: INPE (2006)

* esses valores são subestimados, devido ao fato da área desmatada a cada ano, ultima coluna da tabela acima, incluir áreas que já foram desmatadas no passado e que estavam cobertas com florestas secundárias.

A Tabela 2.7 mostra a área desmatada para os estados que compõem a Amazônia Legal no período de 1990 a 2005. Como pode ser observado, existe uma grande discrepância da área desmatada entre os estados. Em função disso, pode-se dividir a região em dois grupos: os pequenos estados desmatadores e os grandes estados desmatadores.

Tabela 2.7 - Área desmatada nos estados da Amazônia Legal: 1990 - 2005 (km²/ano)

Estados\Ano	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Acre	550	380	400	482	482	1208	433	358
Amapá	250	410	36	nd	nd	9	nd	18
Amazonas	520	980	799	370	370	2114	1023	589
Maranhão	1100	670	1135	372	372	1745	1061	409
Mato Grosso	4020	2840	4674	6220	6220	10391	6543	5271
Pará	4890	3780	3787	4284	4284	7845	6135	4139
Rondônia	1670	1110	2265	2595	2595	4730	2432	1986
Roraima	150	420	281	240	240	220	214	184
Tocantins	580	440	409	333	333	797	320	273
Amazônia Legal	13730	11030	13786	14896	14896	29059	18161	13227

Estados\Ano	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Acre	536	441	547	419	730	885	769	541
Amapá	30	nd	nd	7	0	25	46	33
Amazonas	670	720	612	634	881	1632	1221	752
Maranhão	1012	1230	1065	958	1014	993	755	922
Mato Grosso	6466	6963	6369	7703	7892	10405	11814	7145
Pará	5829	5111	6671	5237	7324	6996	8521	5763
Rondônia	2041	2358	2465	2673	3067	3620	3834	3233
Roraima	223	220	253	345	84	439	311	133
Tocantins	576	216	244	189	212	156	158	271
Amazônia Legal	17383	17259	18226	18165	21205	25151	27429	18793

Fonte: INPE (2006)

nd – dados não disponíveis.

Entre os pequenos, se encontram os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Roraima e Tocantins. Para o período analisado, 1990 a 2005, os pequenos estados são responsáveis, em média, por aproximadamente 16% de todo o desmatamento na região amazônica.

Os grandes estados desmatadores na Amazônia Legal são Mato Grosso, Pará e Rondônia. A Tabela 2.8 resume as informações referentes às áreas desmatada e territorial de cada estado, bem como a porcentagem da área do estado que foi desmatada entre 1990 e 2005. Nela pode-se observar que o estado do Mato Grosso é o que mais desmatou no período analisado, totalizando 12,3% do seu território. Pará é o segundo maior em desmatamento, 7,3% do seu território. Rondônia, cuja participação no desmatamento total da Amazônia Legal é bem menor, teve 18% do seu território desmatado de 1990 a 2005, pois sua dimensão territorial é bem menor, quando comparada com Mato Grosso e Pará.

Tabela 2.8 - Área do Estado, Área desmatada acumulada e porcentagem da área desmatada

Estado	Área Desmatada 1990 a 2005 em Km ²	Área do Estado em Km ²	Porcentagem da Área do Estado Desmatada 1990 a 2005
Acre	9.161,2	152.522,0	6,0
Amapá	864,0	142.815,8	0,6
Amazonas	13.887,2	1.570.946,8	0,9
Maranhão	14.813,3	331.918,0	4,5
Mato Grosso	110.936,3	903.386,1	12,3
Pará	90.595,8	1.247.702,7	7,3
Rondônia	42.674,4	237.564,5	18,0
Roraima	3.957,4	224.118,0	1,8
Tocantins	5.506,9	277.297,8	2,0

Fonte: INPE (2006) e Atlas do Desenvolvimento Humano (2003)

O estado do Amapá pode ser considerado, com a ressalva da inexistência de dados em alguns anos, como o que menos teve desmatamento no período analisado, seguido por Roraima e Tocantins (Tabela 2.8). Por sua vez, os grandes estados desmatadores, que são Mato Grosso, Pará e Rondônia, são responsáveis, em média, por aproximadamente 84% do desmatamento na Amazônia.

Os dados da Tabela 2.9 permitem verificar que o processo de desmatamento na Amazônia Legal é desigual também entre os seus municípios.

Tabela 2.9 - Localização dos municípios com maior área de desmatamento anual até o ano de 2005

Estado	Número de municípios			
	10 +	20+	50+	100+
Acre	0	0	1	1
Amapá	0	0	0	0
Amazonas	0	0	0	0
Maranhão	2	2	3	10
Mato Grosso	1	8	18	37
Pará	7	9	22	37
Rondônia	0	1	5	12
Roraima	0	0	0	0
Tocantins	0	0	1	3

Fonte: INPE (2006)

Conforme pode ser visto na tabela acima (Tabela 2.9), dos 10 municípios com maior área de desmatamento anual até 2005, 7 deles se concentravam no Estado do Pará, 2 no Maranhão e 1 no Mato Grosso. Particularmente, os dois municípios com maior área de desmatamento estão no Pará: São Félix do Xingu e Marabá, respectivamente. Entre os 20 municípios com maior área desmatada, 9 se concentram no Pará e 8 em Mato Grosso. Na medida em que se amplia o número de municípios com maior desmatamento dentro da análise, outros estados começam a aparecer. Vale ressaltar que entre os 100 municípios com as maiores áreas de desmatamento, nenhum deles está localizado nos estados do Amapá, Amazonas e Rondônia.

Finalmente, é importante ressaltar que o desmatamento somente ocorre em áreas onde há floresta (primária ou secundária), e em muitos municípios da Amazônia praticamente não existe mais florestas, assim, tais municípios não irão entrar nas estatísticas mais recentes de desmatamento, pois neles o desmatamento já ocorreu em períodos passados.

A Tabela 2.10 apresenta, para cada estado da Amazônia Legal, o número de municípios por classe de área desmatada.

Tabela 2.10 - Número de municípios em cada estado por classes de área desmatada – Ano de 2005

	>95%	(%)	75% a 94,9%	(%)	50% a 74,9%	(%)	25% a 49,9%	(%)	0 a 25%	(%)	Total
Acre	0	0,0	0	0,0	3	13,6	6	27,3	13	59,1	22
Amapá	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	12,5	14	87,5	16
Amazonas	0	0,0	0	0,0	1	1,6	8	12,9	53	85,5	62
Maranhão	37	19,1	49	25,3	41	21,1	33	17,0	34	17,5	194
Mato Grosso	1	0,7	18	12,9	14	10,1	41	29,5	65	46,8	139
Pará	30	21,0	24	16,8	30	21,0	27	18,9	32	22,4	143
Rondônia	0	0,0	15	28,8	11	21,2	18	34,6	8	15,4	52
Roraima	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	6,7	14	93,3	15
Tocantins	38	27,3	19	13,7	16	11,5	19	13,7	47	33,8	139
Total	106	13,6	125	16,0	116	14,8	155	19,8	280	35,8	782

Fonte: INPE (2006)

A realidade do ano de 2005 evidencia que 13,6% dos municípios da Amazônia já tinham desmatados mais de 95% de sua cobertura florestal; 16% dos municípios apresentam entre 75% e 94,9% de área desmatada; 14,8% deles estavam entre 50% e 74,9%; 19,8% entre 25%; e 49,9% e 35,8% com menos de 25% de sua cobertura florestal já desmatada.

Entre os estados, aproximadamente 27% dos municípios do Tocantins, 21% dos municípios do Pará e 19% dos municípios do Maranhão tinham mais de 95% de suas áreas desmatadas em 2005. Na segunda classe, entre 75% e 94,9%, estavam 28,8% dos municípios de Rondônia, 25,3% dos do Maranhão, 16,8% dos do Pará, 13,7% dos do Tocantins e 12,9% dos do Mato Grosso. Na terceira classe, entre 50% e 74,9%, estavam praticamente em igualdade Rondônia, Maranhão e Pará, com aproximadamente 21% de seus municípios, Acre com 13,6%, Tocantins com 11,5%, Mato Grosso com 10,1% e Amazonas com 1,6%. Já na quarta classe, entre 25% e 49,9%, estavam 34,6% dos municípios de Rondônia, 29,5% dos do Mato Grosso, 27,3% dos do Acre, 18,9% dos municípios do Pará, 17% dos do Maranhão, 13,7% dos do Tocantins, 12,9% do Amazonas, 12,5 do Amapá e 6,7% dos municípios de Roraima. E, finalmente, na última classe, entre zero e 25%, se encontram 93,3% dos municípios de Roraima, 87,5% dos do Amapá, 85,5% dos do Amazonas, 59,1% dos do Acre, 46,8% dos do Mato Grosso, 33,8% dos do Tocantins, 22,4% dos municípios do Pará, 17,5% dos municípios Maranhão e 15,4% dos municípios de Rondônia. Observe que os estados considerados grande desmatadores ainda possuem municípios em que a área desmatada é pequena.

2.7 Considerações finais

Nos últimos quarenta anos, a Amazônia vem passando por um grande processo de transformação, marcado pelo aumento de sua relação econômica com as demais regiões do país e também por sua maior inserção internacional, as quais definem uma nova dinâmica populacional, econômica e, conseqüentemente, ambiental para a região.

Até chegar à caracterização atual, a região passou por várias fases. A dinâmica da economia da região no período de 1946 a meados da década de 1960 foi marcada pelo aproveitamento dos recursos naturais sem a ocorrência de grandes danos ambientais em relação a sua dotação existente, exceto em áreas mais específicas. Já a fase de intervenção do regime militar de meados a década de 1960 a meados da década de 1980, gerou além de projetos e programas específicos de desenvolvimento, a abertura de frentes de desenvolvimento que estimulou o crescimento populacional e econômico, contribuindo para o desmatamento das áreas florestais.

As políticas públicas que visavam o desenvolvimento da região se classificavam em: a) as direcionadas para o desenvolvimento específico da região, como as políticas fiscais e de infraestrutura; e b) as de abrangência nacional que se desdobram sobre a região, a exemplo dos PNDs, do PIN, do PROTERRA.

As ações públicas sobre a região amazônica, principalmente no período do governo militar, não buscaram engendrar ações que **harmonizassem** as dimensões ambientais, sociais, políticas e econômicas de promoção do desenvolvimento, pelo contrário, a política de desenvolvimento esteve marcada por ações setoriais, que, além de se constituírem discriminatórias, a exemplo das concessões de financiamento prioritariamente aos grandes empreendimentos econômicos, eram ambientalmente e socialmente agressivas, o que pode ser comprovado pelo avanço do desmatamento e dos conflitos entre grileiros e posseiros.

Embora o governo, principalmente nos 20 anos entre 1965 e 1985, tenha adotado uma política de planejamento territorial, ela careceu de um conhecimento mais apurado do meio físico e que oferecesse realmente suporte às suas ações. Pois muitas das políticas geraram resultados insuficientes às propostas originais, como é o caso dos assentamentos de colonos.

A etapa atual de desenvolvimento da Amazônia é marcada pelo estímulo de mercado, em que é indiscutível a importância dos madeireiros, pecuaristas e agricultores, estes principalmente pelo cultivo da soja. O Estado ainda detém o controle do território, no entanto, ao contrário das décadas anteriores, em que o governo definia o uso da terra, são as empresas que atualmente o determinam. A somatória de todos esses agentes que determinam o uso do solo traduz no avanço do desenvolvimento da região e, conseqüentemente, no avanço do desmatamento. No entanto, o desenvolvimento e o desmatamento da Amazônia são desiguais entre os estados que a compõe e também entre os municípios que compõem cada estado. Isso ocorre pelo fato das atividades econômicas e da dinâmica populacional terem intensidades e evolução diferente no espaço.

Por meio de dados secundários, pode-se perceber a dinâmica do processo de desenvolvimento da região e como esse desenvolvimento se manifestou entre os estados da Amazônia. As atividades econômicas predominantes, a exemplo do setor de serviços, não têm impactos diretos sobre o desmatamento, por sua vez, a agropecuária, que é a responsável por parcela expressiva do PIB da região, tem fortes ligações com o desmatamento, dada sua dependência por terras. Ademais, é possível afirmar que existe uma correlação entre outras

atividades humanas exercidas na região e o seu desmatamento, caso de algumas atividades industriais.

A constatação de que o desmatamento da Amazônia Legal é desigual entre os estados e também entre seus municípios suscita alguns pontos que necessitam serem melhores explorados, tais como, determinar quais são os fatores mais atuantes a explicar o desmatamento em cada estado, em especial estimando um modelo econométrico. Isto é feito no próximo capítulo.

Referências

AB'SABER, A.N. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 45, p. 7-30, maio/ago. 2002.

Acesso em: 12 mar. 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE – ANTT. **Anuário estatístico 2004**. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/passageiro/anuarios/anuario2004/default.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2007.

BANCO DA AMAZÔNIA. **Relatório de gestão**: exercício 2001. Belém, 2002. 56 p. Disponível em: <http://www.basa.com.br/bancoamazonia2/includes/investidores/arquivos/processo_de_contas/banco/rg01.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2007.

BANCO DA AMAZÔNIA. **Relatório de gestão**: exercício 2002. Belém, 2003. 32 p. Disponível em: <http://www.basa.com.br/bancoamazonia2/includes/investidores/arquivos/processo_de_contas/banco/rg02.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2007.

BANCO DA AMAZÔNIA. **Relatório de gestão**: exercício 2003. Belém, 2004. 24 p. Disponível em: <http://www.basa.com.br/bancoamazonia2/includes/investidores/arquivos/processo_de_contas/banco/rg03.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2007

BANCO DA AMAZÔNIA. **Relatório de gestão**: exercício 2004. Belém, 2005. 109 p. Disponível em: <http://www.basa.com.br/bancoamazonia2/includes/investidores/arquivos/processo_de_contas/banco/rg04.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2007

BANCO DA AMAZÔNIA. **Relatório de gestão**: exercício 2005. Belém, 2006. 46 p. Disponível em: <http://www.basa.com.br/bancoamazonia2/includes/investidores/arquivos/processo_de_contas/banco/rg05.pdf> Acesso em: 21 jan. 2007

BECKER, B.K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

BECKER, B.K. Reflexões sobre a geopolítica e a logística da soja na Amazônia. In: COSTA, W.M.; BECKER, B.K.; ALVES, D.S. (Org.). **Dimensões humanas da biosfera-atmosfera na Amazônia**. São Paulo: EDUSP, 2007. p. 13-38.

BECKER, B.K. Reflexões sobre políticas de integração nacional e de desenvolvimento regional. In: KINGO, M.D. (Org.). **Reflexões sobre políticas de integração nacional e de desenvolvimento regional**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2000. p. 71-138.

BECKER, B.K. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 135-159, set. 2001.

BENCHIMOL, J.L. Origens e evolução do Instituto Oswaldo Cruz no período 1899-1937. In: BENCHIMOL, J.L. (Coord.). **Manguinhos do sonho à vida: a ciência na belle époque**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1990. p. 5-88.

BENCHIMOL, S. **Amazônia: formação social e cultural**. Manaus: Editora Valer, 1999. 480 p.

BRANDÃO, A.S.P.; REZENDE, G.C.; MARQUES, R.W.C. **Agricultural growth in the period 1999-2004, outburst in soybeans area and environmental impacts in Brazil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2005. 35 p. (Texto para Discussão, 1062).

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Projeto de estimativa de desflorestamento da Amazônia – PRODES**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acesso em: 12 jan. 2007.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria do Tesouro Nacional. **Relatório de Atividades 1998 a 2007**. Brasília, 2007. 115 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional; Ministério do Meio Ambiente. Comissão de Coordenação Interinstitucional. **Plano Amazônia sustentável**. Brasília, 2006. 171 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sca/_arquivos/pas_versao_consulta_com_os_mapas.pdf>.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOP. **Anuário estatístico dos transportes: Sistema de Informações do Anuário Estatístico dos Transportes - SISAET**, 1999, 2000. Disponível em: <<http://www.geiport.gov.br/anuario2000>>. Acesso em: 13 jan. 2007.

CARDOSO, F.H.; MULLER, F. Amazônia: expansão do capitalismo. In: SOUZA, E.A. **Sinop: história, imagens e relatos: um estudo sobre a colonização de Sinop**. Cuiabá: UFMT, 2001. 58 p.

CAVALCANTI, C.E.G.; PRADO, S. **Aspectos da guerra fiscal no Brasil**. Brasília: IPEA; São Paulo: FUNDAP, 1998. 119 p.

COSTA, W.M. **Geografia política e geopolítica**: discursos sobre o território e o poder. São Paulo: Hucitec/EDUSP, 1992. 374 p.

COUTO E SILVA, G. **Conjuntura política nacional**: o poder executivo & geopolítica do Brasil. Rio de Janeiro: José Olympio, 1981. 275 p.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento e desenvolvimento agrícola na Amazônia brasileira. **Amazônia**: a fronteira agrícola 20 anos depois. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 363 p.

FEARNSIDE, P.M. Land-use trends in the Brazilian Amazon region as factors in accelerating deforestation. **Environment Conservation**, Newcastle-upon-Tyne, v. 10, n. 2, p. 141-148, 1983.

FEARNSIDE, P.M. O cultivo da soja como ameaça para o meio ambiente na Amazônia brasileira. In: FORLINE, L.; MURRIETA, R. (Ed.). **Amazônia 500 anos**: o V centenário e o novo milênio: lições de história e reflexões para uma nova era. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2006. p. 263-306.

FEARNSIDE, P.M. Os planos agrícolas: desenvolvimento para quem e por quanto tempo? In: ALMEIDA JUNIOR, M.G. **Carajás**: desafio político, ecologia e desenvolvimento. São Paulo: Brasiliense, 1986. p. 362-418.

FEARNSIDE, P.M.; GRAÇA, P.M.L.A. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. **Environmental Management**, New York, v. 38, n. 2, p. 705-716, 2006.

FEITOSA, T.C. **Análise da sustentabilidade na produção familiar no sudeste paraense**: o caso dos produtores de leite do município de Rio Maria. 2003. 173 p. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

FIGUEIREDO, A.M.; LOPES, M.L.B.; FILGUEIRAS, G.C. Extração de madeira e agregação ao PIB da Região Amazônica. **Amazônia**: Ciência & Desenvolvimento, Belém, v. 1, n. 1, p. 83-93, jul./dez. 2005.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1991. 248 p.

GOMES, G.M.; VERGOLINO, J.R. **Trinta e cinco anos de crescimento econômico na Amazônia (1960/1995)**. Brasília: IPEA, 1997. 144 p. (Texto para discussão, 533).

GOODLAND, R.J.A.; IRWIN, H.S. **Amazon jungle**: green hell to red desert: an ecological discussion of the environmental impact of the highway construction program in the Amazon Basin. New York: Elsevier Scientific Publishing, 1975. 155 p.

GUILHOTO, J.J.M.; SESSO FILHO, U.A. Análise da estrutura produtiva da Amazônia brasileira. **Amazônia**: Ciência & Desenvolvimento, Belém, v. 1, n. 1, p. 7-33, jul./dez. 2005.

HANSON, C. **Economia e sociedade no Portugal barroco**. Lisboa: Quixote, 1986. 330 p.

HOGAN, D.J. Demographic dynamics and environmental change in Brazil. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 4, n. 9, p. 43-73, 2001.

HOMEM DE MELLO, F. O plano real e a agricultura brasileira: perspectivas. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 146-155, out./dez. 1999.

HOMMA, A.K.O. Agricultura familiar na Amazônia: a modernização da agricultura itinerante. In: SOUSA, I.S.F. (Ed.). **Agricultura familiar na dinâmica da pesquisa agropecuária**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006b. p. 33-60.

HOMMA, A.K.O. **História da agricultura na Amazônia**: da era pré-colombiana ao terceiro milênio. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 52 p.

HOMMA, A.K.O. **Produção rural**: empresarial e familiar. Belém: Universidade Federal do Pará, 2006. 9 v. Disponível em:
<http://www.ada.gov.br/index.php?Itemid=73&id=48&option=com_content&task=view>. Acesso em: 10 jan. 2007.

HOMMA, A.K.O.; ALVES, N.R.B.; MENEZES, A.J.E.A.; MATOS, G.B. Guseiras na Amazônia: perigo para a floresta. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 233, p. 56-63, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário 2006**: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática (Sidra)**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Ipeadata**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 20 mar. 2007

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite**: Projeto Prodes. São José dos Campos: INPE, 1979. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>>. Acesso em: 15 jan. 7.

KAIMOWITZ, D.; MERTENS, B.; WUNDER, S.; PACHECO, P. **A conexão hambúrguer alimenta a destruição da Amazônia**: desmatamento e pecuária na Amazônia. Jakarta: CIFOR, 2004. Disponível em: <http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/media/Amazon-Portugese.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2007.

KOHLHEPP, G. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 45, p. 37-61, 2002.

LAURANCE, W.F.; ALBERNAZ, A.K.M.; FEARNSTIDE, P.M.; VASCONCELOS, H.L.; FERREIRA, L.V. Deforestation in Amazonia. **Science**, Washington, n. 304, p. 1109-1111, 2004.

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A.; SOBRAL, L. **Fatos florestais da Amazônia**. Belém: Imazon, 2003. 110 p.

LIRA, S.R.B. **Morte e ressurreição da SUDAM**: uma análise da decadência e extinção do padrão de planejamento regional na Amazônia. 2005. 252 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

LÓPEZ, R. A note on the environmental effects of agricultural expansion: theoretical note. ROA Publication: Rome, v. 2, n. 3, p. 77-92, 2002.

LOUREIRO, V.R. Amazônia: uma história de perdas e danos, um futuro a (re)construir. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 45, p. 107-121, 2002.

LOUREIRO, V.R.; PINTO, J.N.A. A questão fundiária na Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 54, p. 77-98, 2005.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. 1. ed. Brasília: Banco Mundial, 2003. 100 p.

MEIRA MATTOS, C. **Geopolítica Pan-Amazônica**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército – BIBLIEX, 1980. 216 p.

MENDES, C.C. **A política regional nas renúncias fiscais federais: 1995/1998**. Brasília: IPEA, 2000. 23 p. (Texto para discussão, 697).

MENEZES, A.J.E.A. de. **Análise econômica da “produção invisível” nos estabelecimentos agrícolas familiares no Projeto de Assentamento Agroextrativista Praia Alta e Piranheira, município de Nova Ipixuna, Pará**. 2005. 130 p. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.

MERTENS, B.; POCCARD-CHAPUIS, R.; PIKETTY, M.G.; LACQUES, A.E.; VENTURIERI, A. A crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon: the case of São Félix do Xingu in South Pará. **Agricultural Economics**, West Lafayette, v. 27, n. 1, p. 269-294, 2002.

MIRANDA NETO, M. **O enigma amazônia**: desafio ao futuro. Belém: CEJUP, 1991. 143 p.

MOREIRA, M.; MOURA, H. **As migrações na região norte em período recente**: uma abordagem preliminar. Manaus: IESAM/Fundação Joaquim Nabuco, 1998. 71 p. (Texto IESAM, 1).

NASCIMENTO, C.; HOMMA, A. **Amazônia**: meio ambiente e tecnologia agrícola. Belém: CPATU, 1984. 282 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 27).

NEPSTAD, D.C.; STICKLER, C.M.; ALMEIDA, O.T. Globalization of the Amazon soy and beef industries: opportunities for conservation. **Conservation Biology**, Malden, v. 20, p. 1595-1603, 2006.

PFAFF, A.S.P. **What drives deforestation in the brazilian Amazon?** MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change. Cambridge, 1996. 32 p. Disponível em: <<http://web.mit.edu/globalchange/www/rpt16.html>> Acesso em: 15 de mai. 2007.

PRADO JÚNIOR, C. **História econômica do Brasil**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993. 364 p.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/>>. Acesso em: 3 mar. 2007.

REBELLO, F.K.; HOMMA, A.K.O. Uso da terra na Amazônia: uma proposta para reduzir desmatamentos e queimadas. **Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 1, n. 1, p. 199-236, jul./dez. 2005.

REIS, M.S. **Uma definição técnica-política para o aproveitamento racional dos recursos florestais da Amazônia brasileira**. Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1978. 21 p.

REYDON, B.P. Agricultura sustentável: uma agenda para o desenvolvimento de produção economicamente viável para a Região Amazônica. In: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. (Org.). **Economia do meio ambiente**: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. São Paulo: UNICAMP, Instituto de Economia - IE, 1997. p. 299-309.

REYDON, B.P.; DINIZ, M.J.D. Colonização na Amazônia: uma alternativa para seu desenvolvimento sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37., 1999, Foz do Iguaçu. **Anais ...** Brasília: SOBER, 1999. 1 CD-ROM.

ROSS, J.L.S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 207 p.

SERRA, M.A.; FERNÁNDEZ, R.G. Perspectivas de desenvolvimento da Amazônia: motivos para o otimismo e para o pessimismo. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 1-25, 2004.

SERRÃO, E.A.S.; FALESI, I.C.; VEIGA, J.B. da; TEIXEIRA NETO, J.F. **Produtividade de pastagens cultivadas em solos de baixa fertilidade das áreas de floresta do trópico úmido brasileiro**. Belém: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, 1978. 73 p.

SILVA, L.M.S.; RODRIGUEZ, L.C.E.; GUILHOTO, J.J.M. **Dependência econômica do Acre**: o mais ocidental estado amazônico no Brasil: com relação a outras regiões. Submitted to the II Latin American Symposium on Forest Management and Economics, 2004, Barcelona.

SOARES-FILHO, B.S.; NEPSTAD, D.C.; CURRAN, L. Cenários de desmatamento para a Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 54, p. 137-152, 2005.

SOUZA, M. Amazônia e modernidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 45, n. 15, p. 31-36, 2002.

TANAKA, S.; NISHII, R. A model of deforestation by human population interactions. **Environmental and Ecological Statistics**, London, v. 4, n. 1, p. 83-91, 1997.

TARDIN, A.T.; SANTOS, A.P.; LEE, D.C.L.; MAIA, F.C.S.; MENDONÇA, F.J.; ASSUNÇÃO, G.V.; RODRIGUES, J.E.; ABDON, M.M.; NOVAES, R.A.; CHEN, S.C.; DUARTE, V.; SHIMABUKURO, Y.E. **Levantamento de áreas de desmatamento na Amazônia Legal através de imagens do Satélite LANDSAT**. São José dos Campos: INPE, 1979. 142 p.

TEIXEIRA, G. **Amazônia**: estado, exclusão social e devastação. Brasília: Câmara dos Deputados, jun. 1998. 12 p.

THÉRY, H. **A Amazônia no Brasil**: peso econômico, social e estratégico. Apresentado no JORNADAS AMAZÔNICAS, 3., 2002, Brasília.

WEINHOLD, D.; REIS, E. **Land use and transportation costs in the brazilian Amazon**. Rio de Janeiro: IPEA, 2003. 31 p.

3 CONDICIONANTES RECENTES DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL

Resumo

Este trabalho avalia, por meio de análise econométrica, as causas do desmatamento, ressaltadas pela literatura, na Amazônia Legal entre 2000 e 2004; bem como nas unidades federativas que compõem a respectiva região. O modelo proposto, um painel de dados em escala municipal, considera como fatores causadores do desmatamento: os crescimentos da população, do crédito rural, dos gastos do governo em agricultura e no sistema de transporte, o crescimento do rebanho bovino, o aumento dos índices de preços da agricultura temporária e permanente, do preço da soja, da extração madeireira, da renda municipal, e da renda municipal ao quadrado, estas duas últimas para testar a Curva de Kuznets Ambiental para o desmatamento. Os fatores considerados, exceto os gastos em agricultura e a extração madeireira, se mostraram estatisticamente significativos para explicar o desmatamento da região amazônica como um todo. Em relação às unidades federativas, pode-se considerar que o desmatamento é desigual entre elas, pois determinados fatores são mais significativos estatisticamente, quando presentes, em algumas unidades federativas do que em outras. O artigo se encerra com algumas sugestões de políticas para controlar o desmatamento que tomam em consideração os resultados econométricos obtidos.

Palavras-chaves: Amazônia; Causas do desmatamento; Dados em painel

Abstract

This paper evaluate, by using econometric procedures, the causes of deforestation normally emphasized by the literature and considering the time period from 2000 to 2004. The analysis is conducted for the entire Amazonian region and for each of its nine states and using municipal dataset. A panel data model was applied and the explanatory variables of the deforestation are: population, rural credit, public expenses in agriculture and in transport network, dimension of cattle, agriculture price indexes for temporary and permanent crops, soybean prices, roundwood exploitation, municipal income and squared municipal income. The last two explanatory variables were used to test the Environment Kuznets Curve for deforestation. All explanatory variables except roundwood extraction showed statistically significant to explain deforestation in the entire Amazonian Region. However, the same does not take place for each Amazonian state, what explains the unequal deforestation among them. By the end, the paper suggests some policies to restrain deforestation.

Keywords: Amazonian region; Deforestation causes; Panel data

3.1 Introdução

A maior parte das áreas ocupadas pela humanidade passou pelo desmatamento. A presença das florestas indica locais com condições favoráveis à ocupação humana, pois elas fornecem elementos para a utilização direta do homem, ou indiretamente, e indicam áreas férteis nas quais a atividade agropecuária, por exemplo, pode se instalar. Logicamente, conforme a população e suas atividades econômicas foram aumentando, as áreas desmatadas se tornaram maiores.

Segundo levantamento da Food and Agriculture Organization – FAO, no período entre 1990 e 2005 a soma da área desmatada em alguns países tropicais⁹ totalizou em média 9.464.067 de hectares por ano. Nesse cenário, o Brasil se destaca com 2.821.933 hectares desmatados anualmente, seguido da Indonésia, com média de 1.871.467 de hectares por ano, e Myanmar, com 466.467 hectares de média por ano.

No continente africano, a área de floresta totaliza 650 milhões de hectares. A crescente demanda por áreas agrícolas, a criação de animais, o desenvolvimento de infra-estrutura, o aumento das demandas de produtos energéticos oriundos das florestas (como lenha e carvão vegetal), a crescente necessidade de material de construção e outras necessidades geram em torno de 5,3 milhões de hectares desmatados anualmente no continente africano (KOWERO; CAMPBELL; SUMAILA, 2003).

Nos países asiáticos o processo é semelhante. A Tailândia, por exemplo, entre 1976 e 1989 perdeu cerca de 28% de toda sua área de floresta (CROPPER; GRIFFITHS; MANI, 1996). Na Indonésia, devido a sua grande inserção no comércio mundial de produtos madeireiros e derivados de madeira, cerca de 300.000 hectares por ano de florestas foram consumidos durante a década de 1970, 600.000 hectares por ano na década de 1980 e um milhão de hectares por ano na década de 1990 (SUNDERLIN; KESOSUDAMO, 1996).

A realidade no continente latino-americano não se difere das demais regiões tropicais. O avanço do desmatamento na região implicou, durante a década de 1990, a perda de cerca de 0,4% das florestas existentes a cada ano (ACHARD et al., 2002).

⁹ Brasil, Indonésia, Myanmar, República Democrática do Congo, Zâmbia, Tanzânia, Nigéria, México, Zimbábwe, Venezuela, Bolívia, Filipinas, Camarões, Equador, Honduras, Camboja, Papua Nova Guiné, Gana e Angola.

Especificamente nos países do continente sul-americano, o avanço do desmatamento é crescente. Nos países que formam a bacia amazônica¹⁰, por exemplo, entre 1990 e 2005 houve uma perda de área florestada de 3.429.066 hectares por ano¹¹.

Particularmente no Brasil, o ritmo do desmatamento é crescente e sugere que a última grande área de floresta, a amazônica, irá se transformar em outros tipos de paisagem.

Embora o desmatamento possibilite ganhos econômicos decorrentes da extração madeireira e do uso alternativo do solo, suas conseqüências são significativas, tanto em níveis locais, regionais ou globais. Em relação aos efeitos climáticos, o desmatamento acarreta a alteração do ciclo de CO₂ e no desequilíbrio do regime de pluviosidade; já em relação ao solo, impacta no aumento do potencial de erosão, na diminuição da capacidade de retenção de sedimentos, na queda na formação de solos e no desequilíbrio do ciclo de nutrientes; e em relação aos elementos biológicos, implica a eliminação de agentes de polinização e de controle biológico e a redução de recursos genéticos, entre outros (COSTANZA et al., 1997).

No Brasil, e mais especificamente na Amazônia Legal, além dos problemas ambientais expostos acima, há também problemas de ordem social advindos do desmatamento, ou que ocorrem concomitantemente com o desmatamento, como a grilagem, a expropriação e a marginalização dos povos, inclusive dos indígenas, a endemia de doenças e a concentração fundiária, por exemplo.

Sabe-se que muito do desmatamento ocorre nos países tropicais em desenvolvimento nos quais as condições econômicas e de bem-estar das pessoas são elementos fundamentais na determinação da extensão do desmatamento. Pobreza, superpopulação, baixa escolaridade e dívida constituem elementos que acentuam o desmatamento.

O crescimento econômico e a conseqüente expansão da renda resultam na crescente demanda por alimentos e por produtos oriundos da floresta. Tal tendência é menos intensa em muitos países desenvolvidos, nos quais o alto nível da renda gera variações na composição da demanda por bens e serviços, incluindo uma alta demanda para serviços ambientais. Na literatura recente, essa tendência é caracterizada como uma curva U invertida, a chamada Curva de

¹⁰ Os países da Bacia Amazônica são: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela.

¹¹ Cálculo a partir de dados da FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 10 fev. 2007.

Kuznets Ambiental (Environment Kuznets Curve – EKC), que relaciona o crescimento da renda com a qualidade ambiental, ou o crescimento da renda com o desmatamento. Assim, quanto maior é o nível de renda, menor é a dependência econômica da população para bens de natureza agrícola ou de origem florestal (KOOP; TOLE, 1999).

Além do mais, o fato do desmatamento constituir, na atualidade brasileira, em um dos maiores problemas ambientais tem levado pesquisadores de diversas áreas do conhecimento a investigar suas causas com o objetivo de estabelecer previsões e propor mecanismos para o seu controle.

Nesse sentido, vários trabalhos têm explicado as causas do desmatamento a partir de diferentes enfoques e procedimentos. Dentre eles, destaca-se os trabalhos da área de economia, que, em linhas gerais, relacionam o desmatamento com o comportamento econômico dos diversos agentes envolvidos direta ou indiretamente nesse processo.

A evolução do desenvolvimento da região amazônica, caracterizada em grandes linhas, e os desdobramentos sobre a expansão do desmatamento foram arroladas no capítulo anterior. Evidenciou-se que o desmatamento, mensurado por dados em nível de estados, tem sido desigual. No entanto, a análise apenas ressaltou alguns fatores causadores do desmatamento, mas não mensurou os seus impactos sobre o desmatamento. Além disso, a maior parte da análise foi em nível de estado, e os dados mais recentes permitem essa análise ser realizada em nível de municípios, o que proporciona uma nova visão do processo desigual de desmatamento.

Motivado pelo acima exposto, o objetivo deste capítulo consiste em avaliar empiricamente as causas do desmatamento nos municípios que compõem a Amazônia Legal no período de 2000 a 2004, dando ênfase às razões que tornam o desmatamento desigual entre os estados. Entre essas causas é ressaltada a importância dos gastos realizados pelo governo federal, cuja elaboração de políticas de desenvolvimento contribui diretamente para o processo de desmatamento na região. Também é testada a Curva de Kuznets Ambiental para o desmatamento.

A escolha do período de 2000 a 2004 deve-se à disponibilidade de dados para se realizar a análise econométrica com dados em nível de município.

3.2 Revisão bibliográfica

Em meio à ampla literatura sobre o desmatamento, o grande desafio dos trabalhos é encontrar as razões para sua ocorrência. Embora alguns autores apontem enfaticamente para fatores específicos como causa no desmatamento na Amazônia, como a construção e pavimentação de estradas ou outras melhorias da infra-estrutura (LAURANCE et al., 2004; SOARES FILHO et al., 2005; WEINHOLD; REIS, 1999), o avanço da pecuária (MARGULIS, 2003) e da soja (BRANDÃO; REZENDE; MARQUES, 2005; FEARNSTIDE, 2006) ou até mesmo o crescimento populacional, pode-se constatar que os fatores são múltiplos e todos estão plenamente relacionados. Além da busca pelas causas do desmatamento, um desafio adicional nos trabalhos empíricos é a mensuração do seu impacto na geração do desmatamento.

Nos parágrafos a seguir são apresentados alguns dos principais trabalhos sobre a análise econométrica dos fatores que culminam no desmatamento, tanto na Amazônia quanto em outros países, sem ter a pretensão de esgotá-los. Vale ressaltar que esses trabalhos são importantes na medida em que orientam e justificam a escolha das variáveis que compõem o modelo econométrico proposto e estimado no presente capítulo.

De forma geral, os trabalhos mensuram o desmatamento por meio da área em que a floresta foi subtraída entre dois períodos de tempo (ANDERSEN; REIS, 1997; PFAFF, 1998; WEINHOLD; REIS, 2003; PERZ, 2003; PERZ; ARAMBURÚ; BREMNER, 2005). Uma outra possibilidade, muito mais complexa e ainda pouco explorada nos trabalhos empíricos, é por meio da mensuração da quantidade de biomassa eliminada durante a retirada da cobertura vegetal (GRAINGER, 1999; ALVES, 2001). Distintamente, o trabalho de Young (1997) utilizou a variação da área agrícola como *proxy* do desmatamento.

De todos os trabalhos revistos que analisam o desmatamento por meio de modelos, a população é o fator que mais está presente como variável explicativa do desmatamento (CROPPER; GRIFFITHS; MANI, 1996; ANDERSEN; REIS, 1997; TANAKA; NISHII, 1997; CULLAS; DUTTA, 2002; PERZ; ARAMBURÚ; BREMNER, 2005; BARRETO, 2005). Como salienta Tanaka e Nishii (1997), a variável população incorpora implicitamente outras variáveis, tornando-as desnecessárias, além disso, ela é de fácil mensuração, o que facilita os trabalhos de natureza empírica. No entanto, considerar a população como única variável explicativa do

desmatamento não capta as verdadeiras razões para o desmatamento, a exemplo das ações econômicas (HOGAN, 2001).

Os trabalhos convergem para o fato de que o desmatamento ocorre devido à presença da população, e ele também fornece elementos para a sua subsistência, quer esteja ali instalada ou não. Sobre essa variável, existe a unanimidade dos trabalhos empíricos de que quanto maior a população, ou a sua taxa de crescimento, maior será a pressão para a ocorrência do desmatamento em uma dada região.

A variável rodovia, medida por meio do custo de transporte ou da extensão da malha, por meio da distância de um determinado ponto a um centro de consumo, abastecimento ou exportação, também se mostrou bastante presente nos trabalhos empíricos sobre o desmatamento (CROPPER; GRIFFITHS; MANI, 1996; PFAFF, 1999; WEINHOLD; REIS, 1999; WEINHOLD; REIS, 2003). Cropper, Griffiths e Mani (1996) examinaram o impacto da pressão das rodovias e da população no desmatamento da Tailândia entre 1976 e 1989. O modelo leva em consideração, tomando como base as variáveis acima, de que há um equilíbrio no mercado de terras no curto prazo. Já no longo prazo, o desmatamento depende da rentabilidade da agricultura e dos custos de desmatamento.

Arima et al. (2005) utilizaram a combinação entre a teoria sobre o comportamento do consumidor e sistema de informações geográficas para analisar as decisões espaciais dos agentes. Seus resultados apontam para o avanço do desmatamento como consequência das rodovias. Resultados semelhantes são encontrados no trabalho Pfaff et al. (2007), que analisaram o impacto da ampliação das rodovias sobre o desmatamento na Amazônia, e concluíram que o aumento das rodovias na região, pavimentadas ou não, contribuem para o aumento do desmatamento. Weinhold e Reis (1999) analisaram a conexão entre o crescimento populacional e o crescimento da infra-estrutura em 295 municípios da Amazônia entre 1975 e 1985. O diferencial do trabalho foi ter incorporado a infra-estrutura como variável endógena no modelo, ao contrário de outros trabalhos, que apontam sua exogeneidade, ou seja, é o crescimento da infra-estrutura que impulsiona o aumento populacional, que, por sua vez, expande o desmatamento.

Palo et al. (1997 apud Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC, 2000) mostraram que existe correlação entre o nível de renda e a taxa de desmatamento. Young (1998) determinou correlações positivas entre o desmatamento, os preços agrícolas, o volume de crédito

concedido, a extensão das rodovias e o preço da terra. Ainda em relação à renda, Culas e Dutta (2002) testaram a validade da Curva de Kuznets Ambiental para o desmatamento em 43 países da América Latina, Ásia e África entre 1971 e 1994. O modelo proposto também considera variáveis demográficas e macroeconômicas. Pffaf et al. (2004) encontrou resultados divergentes dos demais trabalhos sobre a relação entre renda e desmatamento na Costa Rica entre 1963 e 2000. Isolando áreas com maior e menor níveis de renda, os autores constataram que o desmatamento é maior em áreas onde o nível de renda é menor.

Andersen e Reis (1997) estimaram um modelo de desmatamento baseado na demanda por terra agrícola visando avaliar, entre 1970 e 1985, os diferentes instrumentos de política de desenvolvimento. O modelo leva em consideração a população, o nível de urbanização do município, o ritmo de crescimento do mercado local, o preço da terra e as ações governamentais.

Ferraz (2001) analisou o desmatamento em oito estados da Amazônia entre 1980 e 1998 associando-o com a expansão da agricultura e da pecuária. A expansão da agricultura se relaciona positivamente com a presença de estradas, com o crédito agrícola e preços da terra; e a pecuária se relaciona com positiva com as rodovias e negativamente com o preço do boi.

Pfaff (1996) analisou os determinantes do desmatamento da Amazônia brasileira no período de 1978 a 1988. O modelo econométrico adotado consiste em determinar uma equação representativa dos vários fatores possíveis causadores do desmatamento. As pressuposições são de que a terra é alocada entre usos alternativos para maximizar o retorno. Os resultados obtidos estão em harmonia com a teoria e com os demais estudos empíricos: aumento da malha rodoviária tem um impacto positivo sobre o desmatamento; os projetos governamentais de desenvolvimento também aceleram o desmatamento, áreas distantes dos mercados são menos susceptíveis ao desmatamento e solos mais férteis constituem atributos favoráveis ao desmatamento. Destaca o autor que não encontrou relação entre a dimensão populacional e o desmatamento, quando esta variável é analisada conjuntamente com as demais.

Ferraz (2000) analisou as razões do crescimento da agricultura e da pecuária na Amazônia entre 1980 e 1995 por meio de modelos de regressão múltipla, relacionando as variáveis dependentes “conversão de florestas em áreas agrícolas e em áreas para a pecuária” com o valor da produção, custo de insumos (preço da terra e salário rural), extensão de rodovias pavimentadas e não pavimentadas e crédito agrícola.

Reis (2001) aplicou um modelo econométrico para avaliar os efeitos indiretos do Pólo Siderúrgico do Carajás sobre o desmatamento. Como variáveis explicativas, foram utilizadas variáveis para a ocupação agropecuária, urbanização e industrialização. Sobre isso, o resultado evidencia que o Pólo não impacta no desmatamento da região. O trabalho de Barcellos (2002) corrobora com o de Reis, pois salienta que o impacto das atividades mineradoras sobre o desmatamento é inexpressivo quando comparado com a agropecuária.

3.3 Referencial analítico e metodológico

A Figura 3.1 mostra o entendimento geral de como o processo de desmatamento é gerado. Essa figura permite visualizar a interconexão dos diversos tipos de fatores que afetam diretamente ou indiretamente do desmatamento. O passo inicial é identificar o agente responsável pelo desmatamento e sua importância relativa no processo, a exemplo dos produtores agropecuários, pois eles consistem na fonte do desmatamento. Os parâmetros de decisão dos agentes do desmatamento são constituídos por elementos que afetam diretamente a decisão dos agentes do desmatamento, como o preço dos bens agrícolas, o volume de crédito disponibilizado ao setor agropecuário e os custos de produção, por exemplo. E finalmente, as variáveis de nível macro e os instrumentos políticos são dados pelas condições demográficas, pelas políticas governamentais, pelos preços mundiais das commodities, pelas tendências macroeconômicas e pela tecnologia, por exemplo.

Figura 3.1 - Estrutura dos diferentes níveis que afetam o desmatamento

Fonte: Adaptado de Kaimowitz e Angelsen (1998)

A combinação de variáveis no primeiro e segundo níveis ilustra o problema de decisão do agente. Os agentes envolvidos no desmatamento tomam decisões sobre variáveis de escolha baseados em suas próprias características, tais como quantidades a produzir e fatores de produção necessários, por exemplo, e também com base nos parâmetros exógenos de decisão, tal como preço dos produtos e o custo dos insumos. Somados, determinam o conjunto de escolhas possíveis, as quais constituem a causa imediata do desmatamento.

Finalmente, no terceiro nível, o ambiente econômico, político, cultural, demográfico e tecnológico determinam as características do agente e os parâmetros de decisão. Esses fatores podem ser pensados como as causas subjacentes do desmatamento.

Uma outra questão importante, quando se trata da modelagem do processo de desmatamento, é a escala apropriada para a análise, pois, uma escala inapropriada pode obscurecer e comprometer os processos em estudo.

Em relação a esse assunto, Kaimowitz e Angelsen (1998) distinguem três níveis de escala:

- Escala no nível do produtor individual – recai no problema clássico da microeconomia da maximização de um conjunto de variáveis imposta uma restrição. Geralmente, a restrição do agente é exógena, como preços, dotação de recursos, preferências, políticas, instituições e alternativas tecnológicas.
- Escala regional - é uma área a qual apresenta características distintas de ecologia, de estrutura agrária, de história política, de instituições, de modelos de colonização, de infraestrutura e de uso do solo.
- Escala nacional e global - enfatizam o relacionamento entre variáveis subjacentes, parâmetros de decisão e desmatamento. Modelos de regressão nacional e global estabelecem correlações estatísticas entre desmatamento e variáveis populacionais, políticas nacionais, tendências macroeconômicas, preços, instituições e tecnologia.

Por se tratar de escalas diferentes, as variáveis que compõem os modelos também se diferenciam. O Quadro 3.1 a seguir, construído com base no trabalho de Kaimowitz e Angelsen (1998), permite ter uma visão sintética comparativa das variáveis que compõem cada escala de modelo, bem como o efeito sobre o desmatamento.

Escalas do modelo	Fatores de aumento do desmatamento
Produtor	Aumento dos preços agrícolas
	Diminuição dos custos de transporte
	Queda no preço dos insumos
	Queda nos salários
	Aumento da produtividade agrícola
	Queda no preço da terra
	Queda na taxa de juros
	Facilidade de acesso à terra
Regional	Elevação dos preços agrícolas
	Queda no custo de transporte
	Crescimento Populacional
	Elevação da renda
	Aumento da produtividade agrícola *
	Aumento de crédito
Nacional	Elevação das exportações agrícolas
	Queda nos custos de transporte
	Elevação no preço dos insumos agrícolas
	Elevação dos créditos agrícolas
	Subsídios para a produção agrícola

Quadro 3.1 - Relação entre escalas do modelo e fatores do desmatamento

Fonte: Adaptado de Kaimowitz e Angelsen (1998)

* - em alguns trabalhos nessa escala, essa variável implica uma redução do desmatamento.

O presente trabalho considera 782 municípios ao longo dos 9 estados que compõem a chamada Amazônia Legal. Por isso, ele se caracteriza dentro da escala regional, pois a região de análise transcende a escala do produtor e se constitui como parte do âmbito nacional.

Desde que o desmatamento é o resultado de um processo complexo gerado por distintas razões em diferentes níveis, e decorrente do fato de que não existe um modelo teórico consolidado sobre a temática do desmatamento (SCRIECIU, 2002), o processo de seleção das variáveis explicativas para o modelo apoiou-se em três critérios: na teoria, na literatura consultada e na disponibilidade de dados, embora, como pode ser visto no quadro abaixo, este último não impôs severas restrições na formulação do modelo. Assim, foram especificadas as seguintes variáveis que as literaturas nacional e internacional apontam como sendo importantes para explicar o desmatamento (Quadro 3.2).

	Variável	Representação	Unidade	Sinal esperado do coeficiente	Fonte
Variável dependente	Desmat	Área Desmatada	Km ²	Variável de interesse	INPE - PRODES
Variáveis Explicativas	Pop	População	Unidades	positivo	IBGE
	CR	Crédito rural	Reais de 2000	positivo	Banco Central ¹²
	GA	Gasto em agricultura	Reais de 2000	positivo	STN ¹³
	GT	Gasto no sistema de transporte	Reais de 2000	positivo	STN
	Rb	Rebanho bovino	Unidades	positivo	IBGE
	IPT	Índice de preço da agricultura temporária	Índice de 2000	positivo	IBGE
	PS	Preço da soja	Reais de 2000	positivo	IBGE
	IPP	Índice de preço da agricultura permanente	Índice de 2000	positivo	IBGE
	Y	Renda Municipal	Reais de 2000	positivo	IPEADATA
	Y ²	Renda Municipal ao quadrado	Reais de 2000	negativo	
	EM	Extração madeireira.	Metros cúbicos	positivo	IBGE

Quadro 3.2 - Detalhamento das variáveis utilizadas no modelo

Em notação matemática, o modelo econométrico a ser estimado é:

$$Desmat_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 Pop_{it} + \beta_2 CR_{it} + \beta_3 GA_{it} + \beta_4 GT_{it} + \beta_5 Rb_{it} + \beta_6 IPT_{it} + \beta_7 PS_{it} + \beta_8 IPP_{it} + \beta_9 Y_{it} + \beta_{10} Y^2 + \beta_{11} EM_{it} + e_{it} \quad (1)$$

Em que os subscritos i e t representam, respectivamente, o município analisado e o ano de observação das informações.

Dessa forma, $i = 1, \dots, 782$ e $t = 2000, \dots, 2004$.

¹² BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em: <<http://bcb.gov.br/?RELRURAL>>. Acesso em: 8 ago. 2008.

¹³ BRASIL. Secretaria do Tesouro Nacional. Disponível em:

<http://www.stn.fazenda.gov.br/estatistica/est_estados.asp>. Acesso em: 8 ago. 2008.

α e os β são o conjunto de coeficientes a ser estimados.

Assim, tem-se um painel de dados considerando os 782 municípios dos nove estados que compõem a região durante o período de 2000 a 2004.¹⁴

Inicialmente, será estimada uma equação para toda a região amazônica e, em seguida, uma equação para cada estado.¹⁵

3.3.1 Capacidade explicativa das variáveis explanatórias

A população impacta sobre o desmatamento porque ela se utiliza diretamente dos recursos materiais, *in natura* ou semi-elaborados, provenientes da floresta, como uso alternativo do solo e também pela extração de recursos do subsolo.

O crédito rural fornece recursos financeiros para os produtores expandirem suas atividades. Da mesma forma, os gastos do governo em agricultura¹⁶ criam condições, tanto materiais quanto institucionais, para a expansão da atividade agropecuária.

Os gastos do governo no sistema de transporte geram melhores condições de logística. Dois desdobramentos estão diretamente relacionados: o primeiro é dar condições de acesso a lugares remotos que antes estavam inacessíveis; e o segundo é contribuir para a queda em geral com o custo do transporte, tornando economicamente viável expandir a produção de certos bens para outras áreas mais distantes do mercado ou do ponto de escoamento da produção. O acesso a novos lugares, somado com a expansão de atividades econômicas, gera a ocupação de novas áreas, traduzindo no aumento do desmatamento.

As atividades agropecuárias constituem o grande motor do desenvolvimento de muitas cidades na região de estudo. Elas também contribuem para a geração de renda, para a geração de

¹⁴ Para cada variável, pode haver no máximo 3910 observações.

¹⁵ O número de municípios nos estados da região é: 22 no Acre, 16 no Amapá, 62 no Amazonas, 194 no Maranhão, 139 no Mato Grosso, 143 no Pará, 52 em Rondônia, 15 em Roraima e 139 em Tocantins.

¹⁶ São considerados gastos em agricultura os seguintes itens: Abastecimento, Administração Geral, Alimentação e Nutrição, Assistência aos Povos Indígenas, Atenção Básica, Colonização, Comércio Exterior, Comunicação Social, Cooperação Internacional, Defesa Sanitária Animal, Defesa Sanitária Vegetal, Desenvolvimento Tecnológico e Engenharia, Educação Infantil, Energia Elétrica, Ensino Profissional, Extensão Rural, Formação de Recursos Humanos, Irrigação, Meteorologia, Normalização e Fiscalização, Ordenamento Territorial, Outros Encargos Especiais, Previdência Complementar, Promoção da Produção Animal, Promoção da Produção Vegetal, Proteção e Benefícios ao Trabalhador, Recuperação de Áreas Degradadas, Reforma Agrária e Tecnologia da Informação (GASQUES, 2001).

divisas por meio da exportação e para o emprego de trabalhadores. De forma a mensurar seus efeitos sobre o desmatamento, são considerados quatro dimensões separadas: pecuária, índice de preços da agricultura temporária, preço da soja e índice de preços da agricultura permanente.

Dadas as condições predominantes de manejo do setor pecuário, o qual necessita de áreas abundantes, a expansão do rebanho bovino implica uma relação positiva com o desmatamento. Em função dos dados disponíveis, não é possível determinar um indicador de preços da pecuária por município. Dessa forma, o dado utilizado é a dimensão do rebanho bovino, expressa em unidades por município.

Os índices de preço da agricultura permanente e temporária refletem-se no rendimento que os produtores agrícolas obtêm ao exercer a atividade. Assim, quanto mais elevado for o índice de preço, maior será o estímulo ao aumento de áreas agrícolas, contribuindo para o aumento do desmatamento. A consideração da soja em separado das demais lavouras temporárias visa mensurar e diagnosticar o impacto dessa cultura sobre o desmatamento, tendo em vista as argumentações divergentes sobre esse impacto presente na literatura.

O aumento do nível de renda municipal impacta diretamente no aumento da demanda por todos os bens, inclusive os agrícolas e florestais, gerando, por sua vez, o aumento do desmatamento. Já o nível de renda ao quadrado é para testar a hipótese da Curva de Kuznets Ambiental - EKC, que mostra que o desmatamento cresce a taxas decrescentes com o aumento da renda, até um determinado ponto. A partir desse ponto, a elevação da renda reduz o nível de desmatamento.

E, finalmente, o avanço da extração madeireira impacta duplamente sobre os recursos florestais. Primeiro pela própria ação extrativa e, segundo, por contribuir para a abertura de estradas, as chamadas não oficiais, o que permite que outras atividades se beneficiem delas e se instalem no local, gerando maior desmatamento.

3.3.2 Definição de variáveis

Na maioria dos casos, os dados obtidos diretamente nas diferentes instituições listadas na última coluna do quadro 2 puderam ser utilizados sem nenhum tipo de transformação. No entanto, em outras poucas situações, os dados disponibilizados não revelam em si pertinência

para serem utilizados no trabalho e necessitaram de algumas transformações a fim de chegar nas variáveis adequadas para análise. Os procedimentos para o que se denomina por definição de variáveis construídas são descritos a seguir.

3.3.2.1 Construção dos índices de preços da agricultura temporária e da agricultura permanente

Por meio dos dados do Valor da Produção (VP) e Quantidade Produzida (QP) tanto dos bens agrícolas temporários quanto dos permanentes foi gerado um índice de preço para cada um dos 782 municípios em cada ano (2000 a 2004).

O preço (P) de cada produto agrícola foi obtido pelo seguinte procedimento:

$$P_{ijt} = \frac{VP_{ijt}}{QP_{ijt}} \quad (2)$$

Em que os subscritos i , j e t representam respectivamente o produto agrícola, o município e o ano.

Posteriormente, foi definida a quantidade média produzida ($\bar{Q}_{ijt}$) que cada município produziu de cada bem ao longo do período de análise. Assim, foi possível determinar, com base no índice de Laspeyres, o Índice de Preços (IP) dos bens agrícolas de todos os municípios para cada ano.

$$IP_{jt} = \frac{\sum_{ijt} P_{ijt} \bar{Q}_{ijt}}{\sum_{ijt} P_{ij0} \bar{Q}_{ijt}} \quad (3)$$

Esse procedimento foi realizado para todos os m produtos da agricultura permanente e para os $n-1$ produtos da agricultura temporária. No caso da agricultura temporária, o único produto que não entrou no cálculo do índice de preços foi a soja. Por ser uma cultura que, segundo parte da literatura específica, justifica o avanço do desmatamento na região amazônica, ela foi excluída do índice de preços dos produtos agrícolas para tornar possível a mensuração do seu impacto sobre o desmatamento. Além do mais, pela desagregação da soja dos demais bens da

agricultura temporária, pode-se ter uma idéia geral das características dos agentes, pois se assume que o cultivo da soja é prioritariamente de responsabilidade dos grandes produtores, capitalizados e cuja produção é destinada aos mercados internacionais. Já os produtores dos demais bens agrícolas compõem a chamada agricultura familiar, a qual se caracteriza, pela pequena escala de produção, composição não tão elevada de capital e destinada, prioritariamente, a abastecer os mercados nacionais nas suas mais diversas necessidades.

Todos valores monetários, incluindo os índices de preços, os gastos do governo com transporte e agricultura foram deflacionados pelo IGP-DI ano base 2000.

3.3.3 Procedimentos econométricos

Com os dados disponíveis e os propósitos do trabalho, a abordagem empírica pertinente é utilizar modelos econométricos que exploram as características *cross-section* ao longo do tempo, ou seja, o modelo de painel de dados. Uma das vantagens desse modelo é possibilitar “ao pesquisador investigar efeitos econômicos que não podem ser identificados apenas com o uso de dados em corte transversal ou apenas com o uso de séries temporais” (PINDYCK; RUBINFELD, 2004, p. 288).

Uma outra vantagem de usar o painel de dados ao invés de apenas dados *cross-sections* ou séries de tempo é que ele permite ao pesquisador utilizar um maior número de dados. Maior número de dados ajuda a aumentar o grau de liberdade e reduz a colinearidade das variáveis explicativas, gerando, assim, uma melhora da eficiência das estimativas econométricas (GREENE, 2003).

Utilizando a notação matricial, como proposto por Greene (2003), a estrutura básica do modelo de regressão que utiliza painel de dados é:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + z'_i\alpha + e_{it} \quad (4)$$

em que: y_{it} é a variável endógena referente ao município i no ano t . Existem K variáveis exógenas em x_{it} , não incluindo o termo constante. A heterogeneidade, ou também chamado efeito individual, é representada por $z'_i\alpha$, sendo que z_i contém um termo constante e um conjunto de

variáveis específicas de cada unidade *cross-section*, as quais podem ser observadas ou não observadas.

O método utilizado depende da observação de z_i e de sua correlação com a matriz de dados x_{it} .

Pressupondo que z_i possa ser observado para todas as unidades cross-sections e, portanto, não existem efeitos específicos não observáveis, pode-se estimar os parâmetros por meio do Modelo *Pooled*, o qual utiliza o método dos Mínimos Quadrados Ordinários - MQO utilizando um empilhamento (*pooling*) de dados cross-section e de séries de tempo. Como z_i contém somente um termo constante, o estimador MQO fornece estimativas consistentes e eficientes. Mas se z_i não puder ser observado para todas as unidades cross-sections, as estimativas obtidas por MQO serão tendenciosas e inconsistentes, devido à ausência de variáveis. Para solucionar empiricamente esse problema, deve-se controlar a heterogeneidade não-observável.

Quando existir efeitos individuais não-observáveis entre as unidades *cross-sections* e se eles não estiverem correlacionados com x_{it} , o procedimento que melhor gera resultados é obter as estimativas pelo modelo de Efeitos Fixos. Ou seja, o modelo de efeito fixo assume que existem diferenças entre os municípios estudados, e que o termo constante pode representar tais diferenças.

Inicialmente, pressupõe-se que $\alpha_i = z_i$ é um termo constante específico de natureza estável ao longo do tempo. Dessa forma, α_i é um parâmetro desconhecido a ser estimado.

$$y_i = \mathbf{X}_i\boldsymbol{\beta} + \mathbf{i}\alpha_i + \mathbf{e}_i \quad (5)$$

Deixando y_i e X_i conter as T observações da *i-ésima* unidade cross-section, $\mathbf{i}$ conter uma coluna de uns, $\mathbf{e}$ conter os T valores do erro aleatório. Já $\mathbf{i}\alpha_i$ é a representação das variáveis binárias, indicando o *i-ésimo* município, e α_i é o coeficiente associado à variável binária.

O modelo de efeito fixo pode ser estimado por meio do método dos Mínimos Quadrados Ordinários - MQO acrescido da variável binária, o qual gera estimadores consistentes e não-viesados para os parâmetros.

Mas se os efeitos não observáveis se alteram entre os municípios, o modelo de efeito aleatório deve ser utilizado. Nesse caso, assume-se que os efeitos não-observáveis estão correlacionados com as variáveis explicativas do modelo.

O modelo de efeitos aleatórios é:

$$y_{it} = \mathbf{x}_{it}'\boldsymbol{\beta} + (\alpha + u_i) + e_i \quad (6)$$

A diferença é a presença do componente u_i , que é o distúrbio aleatório, que caracteriza o i -ésimo município e que é constante ao longo do tempo. O modelo também assume que:

$$E[e_{it}] = E[u_i] = 0,$$

$$E[e_{it}^2] = \sigma_e^2,$$

$$E[u_i^2] = \sigma_u^2,$$

$$E[e_{it}u_j] = 0 \text{ para todo } i, t \text{ e } j,$$

$$E[e_{it}e_{sj}] = 0 \text{ se } t \neq s \text{ ou } i \neq j,$$

$$E[u_iu_j] = 0 \text{ se } i \neq j.$$

Fazendo $w_{it} = e_{it} + u_i$ pode-se escrever o vetor de erros como $\mathbf{w}_i = [w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{iT}]'$

Assim,

$$E[w_{it}^2] = \sigma_e^2 + \sigma_u^2,$$

$$E[w_{it}w_{is}] = \sigma_u^2 \text{ para } t \neq s$$

$$E[w_{it}w_{js}] = 0 \text{ para todo } t \text{ e } s \text{ se } i \neq j$$

Seja $\boldsymbol{\Sigma} = E[\mathbf{w}_i\mathbf{w}_i']$ para todas as T observações na unidade i , assim:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_e^2 + \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \cdots & \sigma_u^2 \\ \sigma_u^2 & \sigma_e^2 + \sigma_u^2 & \cdots & \sigma_u^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \cdots & \sigma_e^2 + \sigma_u^2 \end{bmatrix} = \sigma_e^2 \mathbf{I}_T + \sigma_u^2 \mathbf{i}_T \mathbf{i}_T' \quad (7)$$

Em que $\mathbf{i}_T$ é um vetor coluna de 1 com dimensão $T \times 1$. Desde que as observações i e j são independentes, a matriz de variância-covariância dos erros para todas as nT observações é:

$$\Omega = \begin{bmatrix} \Sigma & \mathbf{0} & \cdots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \Sigma & \cdots & \mathbf{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \cdots & \Sigma \end{bmatrix} = \mathbf{I}_n \otimes \Sigma \quad (8)$$

Em que $\otimes$ é o produto de Kronecker.

Existem k parâmetros incluindo o termo constante e, neste caso, o termo constante é a média das heterogeneidades não-observáveis.

Dada a presença da matriz de variância-covariância dos erros, está-se diante do modelo heterocedástico, assim, a estimação dos parâmetros é realizada pelo método dos Mínimos Quadrados Generalizados - MQG. Dessa forma, o vetor dos parâmetros é dado por:

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\Omega^{-1}\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\Omega^{-1}\mathbf{y}) = \left(\sum_{i=1}^n \mathbf{X}_i' \Omega^{-1} \mathbf{X}_i \right) \left(\sum_{i=1}^n \mathbf{X}_i' \Omega^{-1} \mathbf{y}_i \right) \quad (9)$$

Para testar a pertinência dos modelos, são utilizados os testes F de Chow, do Multiplicador de Lagrange, desenvolvido por Breusch e Pagan, e de Hausman (GREENE, 2003). O teste F de Chow verifica se todos os termos constantes da regressão são zero e é dado por:

$$F(n-1, nT-n-K) = \frac{(\bar{\mathbf{e}}'\bar{\mathbf{e}} - \hat{\mathbf{e}}'\hat{\mathbf{e}})/(n-1)}{(\hat{\mathbf{e}}'\hat{\mathbf{e}})/(nT-n-K)} \quad (10)$$

Em que $\bar{e}'\bar{e}$ é a soma dos quadrados dos resíduos do modelo restrito (Modelo de Efeito Fixo) e $\hat{e}'\hat{e}$ a soma dos quadrados dos resíduos do modelo não restrito (Modelo Pooled).

O teste do Multiplicador de Lagrange avalia a hipótese de que a variância dos resíduos que refletem diferenças individuais é igual a zero. Se essa hipótese for rejeitada, o modelo de Efeitos Aleatórios será preferível ao modelo Pooled.

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{t=1}^T e_{it} \right)^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2 \quad (11)$$

Já o teste de Hausman verifica se a hipótese de que os efeitos individuais não observáveis são correlacionados com as variáveis explanatórias do modelo, ou seja, ele testa a ortogonalidade entre o efeito aleatório e as variáveis explicativas do modelo. A não rejeição dessa hipótese indica que o estimador de Efeitos Fixos deve ser preferido. O teste de Hausman, baseado no critério de Wald é dado por:

$$W = \chi^2[K-1] = [\mathbf{b} - \hat{\boldsymbol{\beta}}] \hat{\boldsymbol{\Psi}}^{-1} [\mathbf{b} - \hat{\boldsymbol{\beta}}] \quad (12)$$

Em que $\hat{\boldsymbol{\Psi}}$ é a estimativa da matriz de covariância dos coeficientes dos modelos de efeito fixo e aleatório.

O teste F (Chow), aplicado no modelo de Efeitos Fixos, e o teste do Multiplicador de Lagrange, também denominado por teste de Breusch e Pagan (GREENE, 2003), aplicado no modelo de Efeitos Aleatórios, sustentam a hipótese da presença de efeitos de estado não-observáveis afetando o desmatamento nos municípios da região amazônica. Isso significa afirmar que o modelo de efeito fixo ou efeito aleatório é preferível à regressão pooled, o que tornaria as estimativas obtidas pela regressão pooled tendenciosas e inconsistentes, devido à omissão de variáveis explicativas importantes. Assim, as análises devem ser direcionadas nas estimativas obtidas pelos modelos que controlam a presença dos efeitos de estado não-observáveis sobre o avanço do desmatamento.

Já o teste de especificação de Hausman (GREENE, 2003) testa a ausência de correlação entre os efeitos de estado não-observáveis com as variáveis explicativas do modelo. Convém ressaltar que, sob a hipótese nula do teste, tanto o estimador de Mínimos Quadrados Ordinários - MQO para o modelo de Efeitos Fixos quanto o estimador de Mínimos Quadrados Generalizados - MQG para o modelo de Efeitos Aleatórios são consistentes, porém o último é mais eficiente.

O Quadro 3.3 resume os testes apropriados e as conseqüentes decisões quando se utiliza o modelo de painel de dados. Se o teste F de Chow for significativo, o modelo de efeito fixo deve ser utilizado, caso contrário o modelo *pooled* deve ser o utilizado. Se o teste de Breusch e Pagan for significativo, utiliza-se o modelo de efeito aleatório, caso contrário o modelo *pooled*. E quando o teste de Hausman for significativo, o modelo de efeito aleatório é preferível ao modelo de efeito fixo, e quando esse teste for não-significativo, é preferível o modelo de efeito fixo.

Tipo de Teste	Resultado do Teste	
	Significativo	Não-Significativo
Teste F de Chow	É preferível o modelo de efeito fixo	É preferível o modelo <i>pooled</i>
Teste de Breusch e Pagan (Multiplicador de Lagrange)	É preferível o modelo de efeito aleatório	É preferível o modelo <i>pooled</i>
Teste de Hausman	É preferível o modelo de efeito aleatório	É preferível o modelo de efeito fixo

Quadro 3.3 - Regra de decisão para a escolha do modelo econométrico adotado

3.4 Resultados

3.4.1 Análise de regressão para a Amazônia Legal

De acordo com os testes estatísticos realizados (ver parte inferior da Tabela 3.1), o teste de Chow, por ser significativo, mostra que o modelo de efeito fixo é preferível ao modelo *pooled*. Da mesma forma, o teste de Breusch e Pagan também é significativo e mostra que o modelo de efeito aleatório também é preferível ao modelo *pooled*. Já o teste de Hausman é não significativo, mostrando que o modelo de efeito fixo é preferível ao modelo de efeito aleatório.

Todas as variáveis analisadas (ver a Tabela 3.1) se mostraram condizentes com o comportamento esperado sobre o desmatamento: uma variação positiva em cada uma delas se

traduz também numa variação positiva em relação ao desmatamento, exceto o Y^2 , cujo sinal negativo está em conformidade com o esperado (ver o Quadro 3.2).

Tabela 3.1- Resultados do modelo estimado para a Amazônia Legal

Variável	Efeito Fixo	Estatística t de Student	Elasticidade desmatamento ¹⁷
Pop	0,003641*	5,18	0,13455
CR	0,00000166**	2,42	0,01023
GA	0,0000112	1,21	0,00298
GT	0,0000132*	3,64	0,01204
Rb	0,0004112*	9,03	0,08874
IPT	26,62202*	5,07	0,05171
PS	155,8675*	5,22	0,01886
IPP	0,0860795***	1,62	0,00142
Y	0,0012838*	2,96	0,07071
Y^2	-3.29e-10*	-3,00	
EM	0,0001229	0,89	0,00347
Constante	577,4482*	22,28	
R^2	0,2059		
Observações	2438		
Teste F (Chow)	166,07*		
Teste de Breush e Pagan	4279,69*		
Teste de Hausman	0,47		

*: denota significância a 1%.

**: denota significância a 5%.

***: denota significância a 10%.

Pop = População; CR = Crédito rural; GA = Gasto em agricultura; GT = Gasto no sistema de transporte; Rb = rebanho; IPT = Índice de preço da agricultura temporária; PS = Preço da soja; IPP = Índice de preço da agricultura permanente; Y = Renda Municipal; Y^2 = Renda Municipal ao quadrado.

Para a região amazônica como um todo, pode-se observar a grande importância do crescimento populacional sobre o desmatamento, tendo elasticidade 0,13. Esse crescimento populacional ocorre devido ao crescimento natural e à imigração. O estudo realizado por Alves (2007) mostra que em uma dada propriedade agrícola composta por uma área já desmatada e outra com floresta, um novo desmatamento irá ocorrer quando a nova geração suceder a antiga. Como coexistem gerações das mais diferentes idades, pode-se concluir que o crescimento natural

¹⁷ O procedimento de cálculo das elasticidades é: $\frac{\partial desmat}{\partial x} \frac{x}{desmat}$ em que *desmat* é a área desmatada e *x* são variáveis relacionadas que causam o desmatamento.

da população impacta diretamente sobre o desmatamento, afirmação esta confirmada pelo resultado da regressão estimada.

O crédito rural também se mostrou significativo sobre o avanço do desmatamento na região, pois ele representa os meios necessários para o avanço das diversas atividades agropecuárias, e, como desdobramento, a retirada da cobertura florestal. Convém esclarecer que a decisão do valor concedido para um determinado município consiste, em última instância, numa decisão de natureza política, pois o crédito rural em sua ampla maioria é um repasse oficial, a cargo das instituições financeiras públicas. E esta decisão pode estar atrelada a um programa maior de desenvolvimento regional, o que canalizaria maiores concessões a esta região, favorecendo a ampliação de seu desmatamento.

Apesar dos gastos do governo em agricultura estarem de acordo com as pressuposições de que um aumento nessa variável gera o aumento do desmatamento, eles não se mostraram estatisticamente significativos, ou seja, não se rejeita a hipótese do seu efeito ser nulo. O que se deve ao fato de que muitos dos gastos estão indiretamente associados à atividade agropecuária. Isso pode ser explicado pela multiplicidade de segmentos funcionais que estão atrelados a esse tipo de gasto (GASQUES, 2001).

A variável GT (Gastos em Transportes) confirma que a construção de novas estradas e a melhoria das existentes são elementos importantes dentro do conjunto de medidas e de políticas relacionadas ao desenvolvimento regional para gerar o desmatamento.

A dimensão do rebanho também se mostrou uma variável significativa na análise do desmatamento. Conforme muitos trabalhos afirmam, entre eles Margulis (2003) e Nepstad e Almeida (2004), um dos grandes fatores causadores do desmatamento é a atividade da pecuária, a qual avança extensivamente para áreas mais remotas dos centros consumidores.

Conforme citado nos aspectos metodológicos deste trabalho, a análise do impacto da agricultura temporária, por meio de seus preços, foi realizado à luz de pontos distintos: o comportamento do preço da soja e o comportamento de um índice de preço com todos os demais bens agrícolas. Essa análise, por meio da separação da soja dos demais bens agrícolas é fundamentada em duas razões. A primeira é verificar empiricamente, conforme enfatiza a literatura, o avanço da soja e seu poder de gerar desmatamento. E o segundo, é por permitir

compreender a importância da agricultura em grande escala, capitalizada e voltada aos mercados internacionais, *vis à vis* a agricultura familiar.

Os coeficientes de IPT e PS (respectivamente índice dos preços dos produtos agrícolas de lavouras temporárias e o preço da soja) são estatisticamente significativos e com sinais positivos, ou seja, um aumento desses preços acarreta a elevação do desmatamento. Mas as elasticidades indicam um impacto menor do preço da soja sobre o desmatamento do que o preço dos demais produtos da agricultura temporária.

Já a agricultura permanente, por ter um período necessário maior de maturação da planta para que inicie sua produção, apresentou significância estatística a 10% em relação ao seu índice de preços e o desmatamento e pequeno valor da elasticidade. Assim, a dinâmica temporal dos produtores desses bens sobre o desmatamento é diluída em relação aos produtores da agricultura temporária.

Conforme previsto no modelo, o nível de renda também se mostrou uma variável significativa para explicar o desmatamento na região, havendo a comprovação de uma dinâmica similar à curva de Kuznets Ambiental na relação entre desmatamento e renda.

E, finalmente, a extração madeireira não se mostrou estatisticamente significativa para explicar o desmatamento. Isso pode estar associado com o fato de que muito da exploração madeireira no período analisado é seletiva, não necessitando desmatar toda uma área para a retirada de madeiras nobres. Mas, como também é ressaltada na literatura, a influência dos madeireiros consiste em abrir novas estradas, as chamadas não-oficiais, as quais sim apresentam um grande potencial sobre o desmatamento.

Como apontado na revisão da literatura, alguns trabalhos conferem maior importância a um determinado fator como causa do desmatamento. Para mensurar empiricamente tais afirmações, foi calculado um índice de impacto, que são as elasticidades do desmatamento (ver última coluna da Tabela 3.1). De acordo com esse índice, a população exerce maior impacto sobre o desmatamento, seguida da dimensão do rebanho, do nível de renda e do índice de preços da agricultura temporária. Por outro lado, os menores impactos sobre o desmatamento são decorrentes do índice de preços da agricultura permanente, dos gastos em agricultura e da extração madeireira (sendo que essas duas últimas variáveis não são estatisticamente significativas).

A influência dos preços dos produtos agrícolas no desmatamento permite observar que a apreciação da soja tem um impacto menor no desmatamento que a apreciação dos bens agrícolas temporários e maior que a apreciação dos bens agrícolas permanentes (Tabela 3.1). Isso pode estar associado ao fato de que os bens agrícolas temporários são destinados prioritariamente ao abastecimento das populações locais e regionais, que, como foi visto, exerce um grande impacto sobre o desmatamento. Já a produção da soja, a qual é rotulada por ser um importante agente do desmatamento, está presente em apenas parte dos municípios da Amazônia, dessa forma, tudo indica que o seu impacto é maior nas áreas onde haja sua concentração.

De maneira geral, os resultados permitem verificar que, muito embora se atribua um peso significativo para as variáveis explicadas relacionadas com o mercado como determinantes do desmatamento no período mais recente (como ressaltado no capítulo anterior), a importância dos gastos do governo, tais como o volume de crédito rural concedido e os gastos em transporte, também se mostram bastante significativos. Os gastos do governo na agricultura (GA), por outro lado, não se mostraram ser um elemento estatisticamente significativo sobre o desmatamento, mas apresentam uma relação positiva com o desmatamento, como o esperado e indicado pela literatura especializada. As ações governamentais não estão isoladas, e se dão no mesmo patamar das ações humanas orientadas pelas regras de mercado e ambas contribuem para da fronteira de ocupação territorial, implicando no desmatamento da região.

Essas análises foram realizadas para toda a região amazônica. Como a Amazônia Legal é uma área bastante extensa, é conveniente realizar análises mais detalhadas em nível de estado, com a finalidade de compreender melhor a desigualdade do desmatamento dentro da região. Por isso, será apresentada uma análise para todas as unidades federativas que compõem a região.

3.4.2 Análise de regressão para os Estados da Amazônia Legal

A Tabela 3.2 mostra as estatísticas descritivas do desmatamento para cada estado pertencente à Amazônia Legal. E a Tabela 3.3, a seguir, apresenta as regressões para cada estado da Amazônia Legal. O desvio padrão entre os municípios (between) para cada um dos estados da Amazônia Legal foi maior que o desvio padrão ao longo do tempo (within). Isso aponta que, para cada Estado, as diferenças no nível de desmatamento são influenciadas pelas características dos seus municípios.

Tabela 3.2 - Estatística descritiva do desmatamento para os estados da Amazônia Legal no período 2000 a 2004

Estado	Desmatamento	Média*	Desvio Padrão*	Valor Mínimo*	Valor Máximo*	Número de Observações
Acre	Total	41,99	38,92267	2,2	216,6	N = 110
	between		25,67104	18,28	131,96	n = 22
	within		29,66742	-35,47	126,63	T = 5
Amapá	Total	18,93	27,7452	0	94,3	N = 80
	between		5,549256	0	24,14	n = 16
	within		27,21325	-3,68875	89,09125	T = 5
Amazonas	Total	32,34	34,99337	0	158	N = 310
	between		16,80633	18,78	91,06	n = 62
	within		30,75288	-20,95548	115,0245	T = 5
Maranhão	Total	23,79	49,9415	0	538,2	N = 970
	between		42,81831	0	351,06	n = 194
	within		25,77928	-189,6061	223,5939	T = 5
Mato Grosso	Total	70,62	82,01249	0	687,9	N = 695
	between		68,22744	0	367,26	n = 139
	within		45,80278	-168,133	391,2674	T = 5
Pará	Total	76,47	159,4989	0	2089,2	N = 715
	between		139,7291	0	1377,18	n = 143
	within		77,18701	-399,307	1596,493	T = 5
Rondônia	Total	73,92	60,08681	1,5	398	N = 260
	between		47,22291	25,68	251,06	n = 52
	within		37,61464	-28,1115	284,9285	T = 5
Roraima	Total	27,53	30,38036	0	106,7	N = 75
	between		13,40537	0,94	51,78	n = 15
	within		27,44041	-1,908	100,152	T = 5
Tocantins	Total	17,40	34,71309	0	366	N = 695
	between		26,42362	0	181,54	n = 139
	within		22,60123	-78,9376	201,8624	T = 5

* Os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão são Km² por ano por município.

Tabela 3.3 - Resultado da regressão do modelo para os Estados da Amazônia Legal

(continua)

Variável	Acre		Amapá		Amazonas		Maranhão		Mato Grosso	
	Efeito Fixo	Elasticidade	Efeito Fixo	Elasticidade	Efeito Fixo	Elasticidade	Efeito Fixo	Elasticidade	Efeito Fixo	Elasticidade
Pop	0,0116772*	0,001585857	0,0026998	0,56676001	0,001389	0,130772727	0,0073816*	0,529197019	0,007701**	0,120260296
	(4,08)		(0,7)		(1,38)		(5,65)		(2,09)	
CR	0,00000646**	8,28448E-05	-1,26E-06	-0,003642812	6,75E-06*	0,024007179	0,0000102*	0,026857324	1,08E-06	0,012984948
	(2,27)		(-0,05)		(2,67)		(3,71)		(1,24)	
GA	0,0000089***	1,75727E-05	0,0001111	0,067650534	-3,60E-06	-0,003371948	-0,0000342	-0,008359236	0,000061***	0,00719832
	(1,8)		(0,73)		(-0,25)		(-0,92)		(1,81)	
GT	-0,00000287	-2,00061E-06	-0,000303	-0,108606652	5,56E-06	0,006137482	0,00000209	0,004072197	4,22E-06	0,003279321
	(-0,12)		(-1,36)		(1,06)		(0,38)		(0,53)	
Rb	0,0000981	7,64403E-05	0,001776	0,225992171	-0,00018	-0,026651303	0,0019185*	0,4618694	0,000207*	0,052428127
	(0,44)		(0,31)		(-0,77)		(6,84)		(2,95)	
IPT	-23,6726	-0,000125557	-34,17241	-0,264994417	5,277714	0,011916424	31,30185*	0,119737189	4,381389	0,006021622
	(-0,84)		(-0,75)		(0,26)		(4,48)		(0,76)	
PS					-846,025	-0,025924833	-99,7723**	-0,009238371	390,7206*	0,081807301
					(-1,19)		(-1,98)		(9,16)	
IPP	-0,4344546**	-1,88237E-05	-0,0138164	-0,000376059	-0,11366	-0,003581702	0,0780915	0,000877807	0,129915	0,000429565
	(-1,93)		(-0,03)		(-0,54)		(0,23)		(0,23)	
Y	0,0462756*	0,001085896	0,0079478	0,325056476	0,011242*	0,239194422	0,0013377*	0,171236713	0,000297	0,02772428
	(3,65)		(0,86)		(3,43)		(3,44)		(0,61)	
Y ²	-0,000000763		-1,38E-07		-5,60E-08		-1,14E-09*		-2,14E-10	
	(-0,9)		(-0,38)		(-0,89)		(-4,99)		(-1,34)	
EM	0,0000522	3,40232E-06	-0,0050167	-0,16710839	0,018843*	0,521959777	-0,0040075	-0,021039667	-4,80E-05	-0,000744613
	(0,03)		(-0,54)		(2,85)		(-1,34)		(-0,17)	
Constante	310,0443*		-245,0164		262,3084*		12,2885		915,5295*	
	(2,91)		(-0,07)		(2,26)		(0,34)		(10,5)	
R ²	0,8227		0,7988		0,5455		0,4985		0,4121	
Observações	110		80		310		970		695	
Teste F (Chow)	91,89*		19,91*		95,71*		371,58*		267,56*	
Teste de Breush e Pagan	88,85*		6,79*		118,75*		870,4*		764,45*	
Teste de Hausman	0,09		0,65		3,58		5,55		0,51	

*: denota significância a 1%. **: denota significância a 5%. ***: denota significância a 10%.

Nota: Entre parênteses a estatística t de Student.

Pop = População; CR = Crédito rural; GA = Gasto em agricultura; GT = Gasto no sistema de transporte; Rb = rebanho; IPT = Índice de preço da agricultura temporária; PS = Preço da soja; IPP = Índice de preço da agricultura permanente; Y = Renda Municipal; Y² = Renda Municipal ao quadrado.

Tabela 3.3 - Resultado da regressão do modelo para os Estados da Amazônia Legal

(conclusão)

Variável	Pará		Rondônia		Roraima		Tocantins	
	Efeito Fixo	Elasticidade	Efeito Fixo	Elasticidade	Efeito Fixo	Elasticidade	Efeito Fixo	Elasticidade
Pop	-0,0001055 (-0,03)	-0,003969785	0,0089911* (4,97)	0,183339526	-0,0078387** (-2,16)	-0,406090649	-0,0000312 (-0,02)	-0,001065806
CR	0,0000293* (4,79)	0,063553429	0,0000133* (6,21)	0,045731706	-9,74E-06 (-0,91)	-0,02669504	-0,00000373** (-2,28)	-0,032754563
GA	7,99E-08 (0)	1,87606E-05	0,0000621* (2,93)	0,011697098	0,0000362*** (1,91)	0,017530553	0,0000126 (1,52)	0,0057338
GT	0,0000153 (1)	0,011299957	5,27E-07 (0,07)	0,000298944	3,11E-05 (1,73)	0,018742084	-3,19E-06 (-1)	-0,004593724
Rb	0,0004074* (3,13)	0,0722519	0,0001564** (2,41)	0,029940698	0,0051164** (2,53)	1,231921113	0,0006872* (3,18)	0,207546185
IPT	201,5026* (5,28)	0,228611676	70,55484* (4,95)	0,078229189	241,3436 (1,57)	0,592550801	33,02875* (5,18)	0,19891188
PS	66,45606 (0,35)	0,001889072	150,206** (2,54)	0,007740232	-90,28816 (-1,4)	-0,007389808	-2,974526 (-0,16)	-0,001474777
IPP	0,2014439 (1,05)	0,004822829	-0,0262654 (-0,67)	-0,000706807	0,555716 (0,87)	0,008144992	-0,0352793 (-0,76)	-0,000684165
Y	0,0003996 (0,12)	0,010972784	-0,0006014 (-0,24)	-0,007847603	0,038006 (0,49)	0,256824505	-0,009721*** (-1,71)	-0,101742209
Y ²	1,03E-08 (0,91)		4,05E-08 (1,41)		-1,33E-05 (-1,22)		0,000000394** (2,52)	
EM	0,0000553 (0,15)	0,003427562	-0,0001921 (-0,72)	-0,003373103	0,0052349* (3,82)	0,058598601	-0,064765* (-5,1)	-0,15991279
Constante	1009,036* (5,71)		890,7598* (14,08)		-166,8123 (-0,69)		241,7246* (11,25)	
R ²	0,2813		0,6957		0,7884		0,2403	
Observações	715		260		75		695	
Teste F (Chow)	40,93*		59,99*		103,33*		287,74*	
Teste de Breush e Pagan	387,42*		149,85*		13,58*		738,28*	
Teste de Hausman	7,97		6,07		6,19		30,34	

*: denota significância a 1%. **: denota significância a 5%. ***: denota significância a 10%.

Nota: Entre parênteses a estatística t de Student.

Pop = População; CR = Crédito rural; GA = Gasto em agricultura; GT = Gasto no sistema de transporte; Rb = rebanho; IPT = Índice de preço da agricultura temporária; PS = Preço da soja; IPP = Índice de preço da agricultura permanente; Y = Renda Municipal; Y² = Renda Municipal ao quadrado.

O Estado do Acre apresentou desmatamento em todos os seus municípios, dado que o valor mínimo do desmatamento total é diferente de zero. A média do desmatamento no Estado foi 41,99 Km²/ano/município, e seu desvio padrão foi de 38,92 km². Como é esperado, em níveis mais específicos de análise, algumas variáveis não apresentam relevância para o modelo (Tabela 3.3). No caso do Estado do Acre, a população se mostrou significativa estatisticamente a 1%, bem como a renda municipal. As variáveis crédito rural e gasto em agricultura também apresentaram significância para o modelo, mas a 5% e a 10% de significância, respectivamente. Já coeficiente associado ao índice de preços da agricultura permanente, estatisticamente significativo a 5%, apresentou sinal negativo, contradizendo o comportamento esperado para essa variável. Pois seu comportamento diz que quanto menor o índice de preço da agricultura permanente, maior será o desmatamento. Comportamento semelhante teve o coeficiente do índice de preço da agricultura temporária, mas devido ao fato dele não ser estatisticamente significativo, não se rejeita a hipótese de sua influência ser nula sobre o desmatamento. Embora não seja estatisticamente significativa, é válida a EKC. As variáveis estatisticamente significantes de maior impacto sobre o desmatamento (medidas pela dimensão das elasticidades) são população e renda.

É importante ressaltar que o Amapá apresenta a segunda menor média de desmatamento por município entre todas as unidades federativas analisadas no período 2000 a 2004, com desmatamento de 18,93 Km²/ano/município. De todo o conjunto de variáveis explicativas do desmatamento, nenhuma delas se mostrou estatisticamente significativa. Isso indica que, para o caso dos municípios do Amapá, outras variáveis podem estar influenciando o desmatamento, mas que não puderam ser captadas no presente estudo.

Apesar da dimensão territorial do Amazonas, ele não se encontra entre as unidades federativas que mais apresentam desmatamento. Na Tabela 3.2 é possível ver que a média de desmatamento para o período analisado foi de 32,34 Km²/ano/município, e seu desvio padrão entre os municípios foi maior que o desvio padrão ao longo do tempo. Todos os municípios do Amazonas apresentaram certo nível de desmatamento (Tabela 3.2), ao contrário de Estados onde houve municípios que não apresentaram nenhum desmatamento. As variáveis que se mostraram estatisticamente significantes para esse Estado foram o crédito rural, a renda municipal e a extração madeireira (todas a 1%). As variáveis referentes a preços de produtos agrícolas (IPT, PS

e IPP) não afetam diretamente o desmatamento no Estado da Amazonas devido ao fato de que neste Estado a agricultura não se destaca como uma atividade central. E de forma complementar, variáveis que estimulam a agricultura, como gastos em agricultura, também não apontam como sendo importantes para explicar o desmatamento. A variável renda é estatisticamente significativa a 1%. A variável renda ao quadrado não se mostrou estatisticamente significativa, mas o seu sinal é de acordo com o esperado para a Curva de Kuznets Ambiental. As variáveis de maior impacto sobre o desmatamento nesse Estado são a extração madeireira, o nível de renda e o crédito rural.

O Maranhão é um Estado limítrofe entre a floresta e a vegetação da caatinga, apresentando, inclusive, manchas da vegetação de cerrado. Essa constatação pode explicar a grande disparidade do desvio padrão entre os municípios (between) e ao longo do tempo (within) na variável desmatamento, cuja média foi de 23,79 Km²/ano/município no período analisado (como pode ser visto na Tabela 3.2). A Tabela 3.3 mostra que algumas das variáveis explicativas, como a população, o crédito rural, a dimensão do rebanho, o índice de preço da agricultura temporária e o preço da soja se mostraram estatisticamente significantes para explicar o desmatamento na região. A renda municipal e o seu quadrado também são elementos explicativos do desmatamento e seus sinais estão de acordo com o esperado, o que torna válida a EKC. O coeficiente relacionado ao preço da soja, embora estatisticamente significativo, não condiz com os pressupostos do modelo, pois, pelos resultados, a elevação do preço da soja implica a queda do desmatamento. Os valores das elasticidades indicam que a população, a dimensão do rebanho, o nível de renda, o índice de preços da agricultura temporária e o crédito rural são os principais fatores geradores do desmatamento.

No período de 2000 a 2004, o Mato Grosso é o terceiro Estado com maior média de desmatamento na Amazônia Legal, com 70,62 Km²/ano/município (Tabela 3.2). Não obstante, esse estado apresenta municípios em que não ocorreu desmatamento no período analisado. Cabe ressaltar que, para os municípios em que não foi registrado desmatamento, não significa a presença da floresta em sua integridade, pois o desmatamento pode ter ocorrido em toda a área do município antes de 2000, tornando, assim, impossível novos desmatamentos. Como é enfatizado pela literatura sobre o tema, o Mato Grosso é um dos mais importantes Estados produtores agropecuários no contexto nacional. Nele, encontra-se, por exemplo, os maiores produtores de soja. Dessa forma, é bastante presumível que as variáveis relevantes para explicar

o desmatamento no Mato Grosso estejam centradas nas atividades agrícolas e pecuárias. Isso pode ser constatado pela significância estatística do preço da soja, dos gastos em agricultura, da dimensão do rebanho e da população na Tabela 3.3. Todas essas variáveis ainda reforçam a presença da agricultura capitalizada, pois não se rejeita a hipótese do índice de preço dos demais bens agrícolas ser nulo sobre o desmatamento. Embora a renda municipal não seja estatisticamente significativa para explicar o desmatamento neste Estado, o sinal dos coeficientes está de acordo com o esperado, implicando a validade da EKC. A população, seguida pelo preço da soja e pelos gastos em agricultura são os elementos mais importantes na determinação do desmatamento nesse estado.

O Estado do Pará apresentou a maior média de desmatamento para o período analisado, 76,47 Km²/ano/município. Isto, mais uma vez, reforça a evidência de que o desmatamento é influenciado pelas características de cada município. Convém ressaltar que tais características não são somente naturais, como fertilidade do solo, declividade do relevo, por exemplo, elas também podem ser impulsionadas pela ação humana, como a construção de estradas e a criação de núcleos populacionais, por exemplo. As variáveis que se mostraram determinantes para explicar o desmatamento são: o crédito rural, a dimensão do rebanho e o índice de preços da agricultura temporária, todos com 1% de significância (Tabela 3.3). Apesar de a literatura ressaltar a importância da extração madeireira como causa do desmatamento no Estado do Pará, essa variável não se mostrou estatisticamente significativa na presente análise. Isso pode ocorrer devido ao fato de que, como constatado em outros trabalhos, muito da extração madeireira é ilegal, portanto, não compõe as estimativas oficiais sobre a atividade de extrativismo vegetal, tornando difícil detectar o seu efeito em análises empíricas em escalas mais abrangentes, a exemplo deste trabalho. Para o Estado do Pará, os resultados econométricos não apóiam a validade da curva de Kuznets Ambiental - EKC. Sobre o impacto das variáveis sobre o desmatamento (medido pelas elasticidades), a ordem decrescente é: o índice de preços da agricultura temporária, a dimensão do rebanho e o crédito rural.

É no Estado de Rondônia que se encontram os municípios com a segunda maior média de desmatamento no período analisado, 73,92 Km²/ano/município (Tabela 3.2). É justamente no Estado de Rondônia em que a grande parte das variáveis selecionadas exerce influência sobre o desmatamento. E todas elas indicam a presença da agricultura capitalizada como o grande fator motivador do desmatamento. Mesmo levando em consideração o aumento da população, ele

pode estar associado, como salientado anteriormente, a um fluxo migratório estimulado por outros fatores. É possível perceber na Tabela 3.3 que, além da população, o crédito rural, o gasto em agricultura, a dimensão do rebanho, o índice de preço da agricultura temporária e o preço da soja também se mostraram relevantes e estatisticamente significantes para explicar o desmatamento em Rondônia. Nesse Estado, os dados indicam a coexistência da agricultura familiar e da agricultura capitalizada, pois a ampliação de ambas influencia o desmatamento. A população, bem como o crédito rural e o rebanho são os principais elementos (segundo os valores das elasticidades) que influenciam sobre o desmatamento.

A média do desmatamento nos municípios do Estado de Roraima é de 27,53 Km²/ano/município de 2000 a 2004 (Tabela 3.2), assim, se encontra entre os Estados com as menores médias de desmatamento por município na Amazônia Legal. Notar também a não ocorrência do desmatamento em alguns municípios. Dentre as variáveis que se mostraram estatisticamente significativas para explicar o desmatamento em Roraima, a extração madeireira teve significância estatística a 1%, a dimensão do rebanho e a população a 5% e o Gasto em Agricultura a 10% (Tabela 3.3). Três dessas variáveis tiveram o sinal do coeficiente condizente com as pressuposições do trabalho. No entanto, a variável população apresentou sinal do coeficiente negativo, contrariando, assim, o comportamento esperado. Embora não se rejeite a hipótese de que os coeficientes da renda e da renda ao quadrado sejam nulos, os sinais desses coeficientes estão de acordo com o esperado, implicado, dessa forma, na possibilidade de validação da EKC. Neste estado, os principais elementos que geram o desmatamento é a dimensão do rebanho, a extração madeireira e os gastos em agricultura.

Finalmente, é no Estado do Tocantins que há a menor média municipal de desmatamento no período analisado, 17,40 Km²/ano/município. No período analisado não foram registrados casos de desmatamento em alguns municípios (Tabela 3.2). De forma geral, a regressão para o Estado não se mostrou plenamente coerente com os pressupostos do modelo, pois alguns coeficientes assumiram sinais contrários aos esperados e são estatisticamente significativos, como o crédito rural, a extração madeireira, a renda municipal e a renda municipal ao quadrado (Tabela 3.3). Já os coeficientes associados ao rebanho e ao índice de preços da agricultura temporária são significativos estatisticamente e com sinais condizentes com o que foi esperado sobre seus comportamentos. Como os coeficientes da renda municipal e da renda municipal ao quadrado não se mostraram condizentes com o esperado e são significativas estatisticamente, não

se pode afirmar a validade da EKC para esse Estado. A dimensão do rebanho e o índice de preços da agricultura temporária são os principais fatores causadores do desmatamento em Tocantins de 2000 a 2004.

3.5 Considerações finais

Inicialmente, vale ressaltar que todo desmatamento é teleológico, ou seja, está relacionado com um determinado fim. Isso significa afirmar que a ação de desmatar é predominantemente parte de um processo cuja finalidade pode assumir múltiplas formas, ou, de maneira pragmática, é uma ação decorrente da vontade humana que torna possível o uso do solo para os mais diferentes fins. Dessa forma, é possível compreendê-lo com base na manifestação dos diferentes fins.

No entanto, mencionar o desmatamento na Amazônia sem nenhum critério é o mesmo que descrever um processo que não se diferencia em aproximadamente cinco milhões de quilômetros quadrados, ou seja, supor erroneamente que as razões que o determinam são iguais em toda sua extensão territorial.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar, por meio da estimativa de equações e usando dados em nível de municípios, os fatores que conduzem ao desmatamento na Amazônia Legal. A análise dos dados foi realizada em dois níveis: no âmbito da Amazônia Legal e para cada um dos estados (unidades federativas) que a compõem.

Em relação à Amazônia Legal como um todo, com exceção da extração madeireira e dos gastos em agricultura, foi comprovada a importância estatística das variáveis explicativas escolhidas para a formulação do modelo econométrico explicativo do desmatamento. O cálculo do índice de impacto evidencia como maiores causadores do desmatamento em toda a região: a população, a dimensão do rebanho, o nível de renda e o índice de preços da agricultura temporária. O resultado mostra que as variáveis que medem a influência de políticas governamentais e seus reflexos no desmatamento, por meio do crédito rural e do gasto em transporte, constituem elementos importantes e que ainda têm capacidade de impulsionar o desmatamento. Isso contradiz, em parte, a literatura especializada, a qual salienta que a fase atual é marcada pela pouca presença de ações do Estado na região que promovam o desmatamento. Na verdade, o que se pôde observar é que as ações do Estado estão presentes, embora fragmentadas

em diversos tipos de gastos e não mais focadas em projetos específicos e grandiosos, como nas décadas de 1960 a 1980.

Por sua vez, as análises realizadas para cada estado mostram que o desmatamento ocorre de forma diferenciada entre eles devido ao fato de que os fatores que o provocam também atuam de forma desigual em cada Estado. Tais diferenças se devem a fatores de ordem política, econômica, social e histórica particulares a cada um deles. Para o Estado do Acre, o desmatamento é gerado, principalmente, pelo crescimento da renda e da população e pelos gastos em agricultura; no Amazonas, pela extração madeireira, pelo nível de renda e pelo crédito rural; no Maranhão, as causas mais importantes são a população, a dimensão do rebanho bovino, o crédito rural, o índice de preços da agricultura temporária e o nível de renda; no Mato Grosso, a população, o preço da soja, a dimensão do rebanho bovino e os gastos em agricultura; no Pará, o índice de preços da agricultura temporária, o rebanho e o crédito rural; em Rondônia, a população, o crédito rural, a dimensão do rebanho, os gastos em agricultura, o índice de preço da agricultura temporária e o preço da soja; em Roraima, o rebanho, a extração madeireira e os gastos em agricultura; e no Tocantins, o rebanho e o índice de preços da agricultura temporária. Ademais, o incremento da renda do município, exceto no Pará, Rondônia e Tocantins, num primeiro momento eleva o desmatamento, mas no longo prazo o reduz.

Diante dessas constatações, é de suma importância que a formulação de políticas que visem conter o avanço do desmatamento também deva levar em consideração essas diferenças, ou seja, elas devem ser específicas para cada Estado, ou até mesmo, em escalas espaciais mais detalhadas. Dessa forma, elas serão mais eficientes, tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico, na medida em que representam atenção específica às causas, o que gera um gasto financeiro menor.

Mesmo com as limitações deste trabalho, algumas recomendações gerais podem ser apontadas para efeito de formulação de políticas ambientais concernentes ao controle do desmatamento.

Particularmente em relação ao crédito rural, é recomendável vincular sua concessão a agentes que comprometidamente não realizem o desmatamento. Os gastos no sistema de transporte devem ser orientados para áreas onde o impacto seja menor, respeitando o zoneamento ecológico-econômico da Amazônia Legal. Em relação à produção agropecuária na região,

devem-se buscar aumentos de produtividade por meio da intensificação das técnicas de manejo, permitindo obter maiores retornos sem avançar em áreas de floresta densa.

Finalmente, sabe-se que a influência de determinadas variáveis não é contemporânea ao desmatamento, dessa forma, outros estudos, com base em modelos dinâmicos, podem ser realizados para melhor captar os efeitos das variáveis sobre o desmatamento. E isso só será possível quando as séries de dados em escala municipal sejam ampliadas.

Referências

ACHARD, F.; EVA, H.D.; STIBIG, H.J.; MAYAUX, P.; GALLEGU, J.; RICHARDS, T.; MALINGREAU, J.P. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. **Science Magazine**, Washington, v. 297, n. 5583, p. 999-1002, 2002.

ALVES, D. Cenários de cobertura e uso da terra e dimensões humanas no LBA. In: COSTA, W.M.; BECKER, B.K.; ALVES, D. **Dimensões humanas da biosfera-atmosfera na Amazônia**. São Paulo: Edusp, 2007. 176 p.

ALVES, D.S. O processo de desmatamento na Amazônia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 259-275, 2001.

ANDERSEN, L.E.; REIS, E.J. **Deforestation, development, and government policy in the brazilian amazon**: an econometric analysis. Brasília: IPEA, 1997. 23 p. (Texto para discussão, 513).

ARIMA, E.Y.; WALKER, R.T.; PERZ, S.G.; CALDAS, M. Loggers and forest fragmentation: behavioral models of road building in the Amazon basin. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 95, n. 3, p. 525-541, 2005.

BARCELLOS, E.A. **Mineração e desflorestamento na Amazônia Legal**. 2002. 116 p. Monografia (Iniciação Científica em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

BARRETO, P.; SOUZA JÚNIOR, C.; NOGUERÓN, R.; ANDERSON, A.; SALOMÃO, R. **Pressão humana da floresta Amazônica brasileira**. Belém: WRI/Imazon, 2005. 84 p.

BECKER, B.K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

BRANDÃO, A.S.P.; REZENDE, G.C.; MARQUES, R.W.C. **Agricultural growth in the period 1999-2004, outburst in soybeans area and environmental impacts in Brazil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2005. 29 p. (Texto para Discussão, 1062).

COSTANZA, R.; CUMBERLAND, J.; DALY, H.; GOODLAND, R.; NORGAARD, R. **An introduction to ecological economics**. Boca Raton: St. Lucie Press, 1997. 292 p.

CROPPER, M.; GRIFFITHS, C.; MANI, M. **Roads, population pressures and deforestation in Thailand, 1976-1989**. Washington: The World Bank, 1996. 15 p.

CULAS, R.; DUTTA, D. The underlying causes of deforestation and environmental Kuznets Curve: a cross-country analysis. In: ECONOMETRIC SOCIETY OF AUSTRALASIA MEETING – ESAM, 2002, Brisbane. **Proceedings...** Brisbane: ESAM, 2002. p. 36.

FEARNSIDE, P.M.; GRAÇA, P.M.L.A. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. **Environmental Management**, New York, v. 38, n. 2, p. 705-716, 2006.

FERRAZ, C. **Explaining agriculture expansion and deforestation**: evidence from the Brazilian Amazon - 1980/98. Brasília: IPEA, 2001. 37 p. (Texto para discussão, 828).

FERRAZ, C.M. **Measuring the causes of deforestation, agriculture, land conversion and cattle ranching growth**: evidence from the Amazon. Brasília: IPEA, 2000. 122 p. Disponível em: <http://www.econ.fea.usp.br/seminarios/2006_2/igliori_22_09_2006.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2007.

FONSECA, L.N.; RIBEIRO, E.P. Estimativas de uma curva de Kuznetz ambiental no Brasil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS REGIONAIS, 3., 2004, Belo Horizonte, **Anais** Belo Horizonte: PUC/Minas, 2004. 1 CD-ROM.

GASQUES, J.G. **Gastos públicos na agricultura**. Brasília: IPEA, 2001. 33 p. (Texto para discussão, 782).

GOODLAND, R.J.A.; IRWIN, H.S. **Amazon jungle**: green hell to red desert: an ecological discussion of the environmental impact of the highway construction program in the Amazon Basin. New York: Elsevier Scientific Publishing, 1975. 155 p.

GRAINGER, A. Constraints on modelling the deforestation and degradation of tropical open woodlands. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 179-190, 1999.

GREENE, W. **Econometric analysis**. 5. ed. New York: Prentice Hall, 2003. 1026 p.

HOMMA, A.K.O.; MENEZES, A.J.E.; CARVALHO, R.A. Sistema “quebradão”: derrubada de floresta densa sem queima para formação de pastagens no sudeste paraense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2003, Juiz de Fora, **Anais ...** Brasília: SOBER, 2003. 1 CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Agropecuária. **Pesquisa agrícola municipal 2000 – 2004**. Rio de Janeiro, 2005. 152 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Agropecuária. **Pesquisa pecuária municipal 2000 – 2004**. Rio de Janeiro, 2005. 98 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Land use, land use change, and forestry**: a special report of the IPCC. Cambridge: University Press, 2000. 377 p.

KAIMOWITZ, D.; ANGELSEN, A. **Economic models of tropical deforestation**: a review. Jakarta: Center for International Forestry Research, 1998. 140 p.

KOOP, G.; TOLE, L. Is there an environmental Kuznets curve for deforestation?, **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 58, n. 1, p. 231-244, 1999.

KOWERO, G.; CAMPBELL, B.M.; SUMAILA, U.R. **Policies and governance structures in woodlands of Southern Africa**. Jakarta: SMK Grafika Desa Putera, 2003. 211 p.

LAURANCE, W.F.; ALBERNAZ, A.K.M.; FERARNSIDE, P.M.; VASCONCELOS, H.L.; FERREIRA, L.V. Deforestation in Amazonia. **Science**, Washington, n. 304, p. 1109-1111, 2004.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Brasília: Banco Mundial, 2003. 100 p.

NEPSTAD, D.C.; ALMEIDA, O.T. **A Amazônia no caminho da transição agrícola mundial**: é possível usar as forças do mercado para reduzir os impactos ecológicos e sociais negativos da expansão da agropecuária industrial? Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2004. 14 p.

PERZ, S.G. Social determinants and land use correlates of agricultural technology adoption in a forest frontier: a case study in the brazilian Amazon. **Human Ecology**, Jakarta, v. 31, n. 1, p. 231-248, 2003.

PERZ, S.G.; ARAMBURÚ, C.; BREMNER, J. Population, land use and deforestation in the pan amazon basin: a comparison of Brazil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Peru and Venezuela. **Environment, Development and Sustainability**, Dordrecht, v. 7, n. 1, p. 23-49, Springer 2005.

PFAFF, A.; KERR, S.; CAVATASSI, R.; DAVIS, B.; LIPPER, L.; SANCHEZ, A.; TIMMINS, J. **Effects of poverty on deforestation**: distinguishing behavior from location. Roma: ESA, 2004. 27 p. (Working Paper, 4-19).

PFAFF, A.; ROBALINO, J.; WALKER, R.; ALDRICH, S.; CALDAS, M.; REIS, E.J.; PERZ, S.; BOHER, C.B.A.; ARIMA, E.; LAURANCE, W.; KIRBY, K. Road investments, spatial spillovers, and deforestation in the brazilian Amazon. **Journal of Regional Science**, Oxford, v. 47, n. 1, p. 109-123, 2007.

PFAFF, A.S.P. **What drives deforestation in the brazilian Amazon?** MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change. Cambridge, 1996. 32 p. Disponível em: <<http://web.mit.edu/globalchange/www/rpt16.html>>. Acesso em: 15 de maio 2007.

PFAFF, A.S.P. What drives deforestation in the brazilian Amazon? Evidence from satellite and socioeconomic data. **Journal of Environmental Economics and Management**, Orlando, v. 37, n. 1, p. 26-43, 1999.

PINDYCK, R.; RUBINFELD, D. **Econometria: modelos e previsões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 726 p.

REIS, E.J. Modelos econométricos da ocupação da Amazônia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 12, n. 4, p. 118-135, 2001.

SCRIECIU, S. **Economic causes of tropical deforestation**: a global empirical application. Manchester: University of Sussex, Department of Economics, 2002. Disponível em: <<http://catalogue.sussex.ac.uk/home>>. Acesso em: 21 set. 2006.

SUNDERLIN, W.D.; KESOSUDAMO, I.A.Y. **Rates and causes of the deforestation in Indonesia**: towards a resolution of the ambiguities. Jakarta: Center for International Forestry Research, 1996. 23 p.

TANAKA, S.; NISHII, R. A model of deforestation by human population interactions. **Environmental and Ecological Statistics**, London, v. 4, n. 1, p. 83-91, 1997.

WEINHOLD, D.; REIS E.J. Model evaluation and causality testing in short panels: the case of infrastructure provision and population growth in the brazilian Amazon. **Journal of Regional Science**, London, v. 41, n. 4, p. 639-658, 1999.

WEINHOLD, D.; REIS, E. **Land use and transportation costs in the brazilian Amazon**. Rio de Janeiro: IPEA, 2003. 32 p.

YOUNG, C.E.F. Land tenure, poverty and deforestation in the brazilian Amazon. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 2., 1997, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: SBEE, 1997. p. 51-73.

4 ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE DESMATAMENTO E BEM-ESTAR DA POPULAÇÃO DA AMAZÔNIA LEGAL

Resumo

O intuito desse estudo é examinar empiricamente a relação entre o desmatamento da floresta amazônica e o bem-estar da população local, mensurando os impactos sobre o bem-estar de uma redução da área desmatada. Utilizou-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDH-M como indicador de bem-estar. Para isso, com base nos dados em nível municipal do Censo Agropecuário de 1995 foi estimada, para cada estado, uma função de produção Cobb-Douglas com três fatores de produção: terra, capital e trabalho. Com a função de produção e por meio do método de programação não-linear (condições de Kuhn-Tucker), verificou-se a dimensão do impacto no PIB agropecuário e do agronegócio quando há uma restrição na utilização do fator terra. Com base nos novos valores para o PIB calculou-se o índice de renda, que combinado com os índices de educação e longevidade produziram um novo IDH-M para alguns estados da Amazônia. Os resultados apontam que há alterações pequenas no IDH-M, apesar de bastante expressivas no nível de renda, quando se adotam restrições para a utilização da terra.

Palavra-chave: Amazônia; Desmatamento; Bem-estar; Programação não-linear

Abstract

This paper examines the empirical relationship between Amazonian rainforest deforestation and local population welfare, measuring the impact on welfare if the deforestation area is reduced. A Municipal Human Development Index - IDH-M was used to measure welfare. Using 1995 Agriculture Census dataset, a Cobb-Douglas production function was estimated considering three production inputs: capital, land and labor. Applying a nonlinear programming method (Kuhn-Tucker conditions) on the results came from the production function, the impacts of land constraints on agriculture and agribusiness incomes could be calculated, generating a new value of income for each Amazonian state. Combining the new values of income with education and life indexes, a new IDM-H was estimated for some Amazonian states. The results point out IDM-H has small reductions, despite of significant reductions in some states' income, if some restrains were established on arable land use.

Keywords: Amazonian region; Deforestation; Welfare; Nonlinear programming

4.1 Introdução

O desenvolvimento das economias - tanto em países tropicais quanto em países localizados em regiões subtropicais ou até mesmo próximas ao círculo polar, como o Canadá e a Finlândia - implica, necessariamente, certo grau de desmatamento. E justamente nos países tropicais, os quais se encontram em vias de desenvolvimento e onde existem as maiores áreas florestais nativas, é que o desmatamento vem se acentuando.

O desenvolvimento da região amazônica não é recente. Mas é a partir da década de 1960, como foi visto no capítulo 2, que ele se acelerou. Os fluxos de pessoas e de capitais, associados à construção de eixos rodoviários, transformaram a paisagem de grandes parcelas da região por meio da retirada da cobertura vegetal, seguida da implantação de atividades agropecuárias e da construção de cidades, por exemplo. Nesse ambiente coexistem agentes e atividades da mais diversa ordem, como os grandes empreendimentos agro-extrativistas, a produção capitalizada e o pequeno agricultor familiar, por exemplo.

Não há dúvidas de que a região amazônica passou por um processo intenso de desenvolvimento desde a década de 60. Entre 1960 e 1995 o PIB da região amazônica cresceu doze vezes, enquanto o Brasil, como um todo, um pouco mais do que cinco (GOMES; VERGOLINO, 1997).

Um dos reflexos negativos dessa expansão é o alto custo ambiental, o qual pode ser comprovado pela grande área desmatada anualmente na região. Desde as avaliações preliminares por meio das imagens geradas pelo satélite Landsat em meados da década de 1970 até o ano de 2006, a área desmatada na Amazônia Legal ultrapassou os 70 milhões de hectares, o que equivale a uma área superior à soma das áreas dos Estados que compõem a região sul do país (HOMMA, 2006).

Na região amazônica vivem mais de 21 milhões de pessoas, segundo o censo populacional de 2000, as quais produziram, nesse mesmo ano, valor superior a R\$ 73 bilhões em bens e serviços (que é o PIB regional). Portanto, a região não se caracteriza pelo total vazio demográfico (apesar de que isso ocorre em certas áreas da região), embora ainda careça de muitos investimentos em infra-estrutura que garantam condições mínimas de bem-estar para a população, pois em 2000 a região tinha o segundo menor Índice de Desenvolvimento Humano do país (0,725), acima somente da região nordeste (0,675). Esse último dado suporta manifestações

sobre a necessidade de se continuar a expandir as atividades econômicas e, conseqüentemente, a renda na Amazônia.

Diante do acima exposto surge a indagação se a ação de desmatar gera ganhos efetivos à sociedade, pois é certa a perda ambiental. A esse respeito é possível constatar dentro da literatura específica algumas controvérsias.

A primeira delas refere-se ao fato de que maiores níveis de desmatamento geram mais área para a agropecuária, a qual contribui para o aumento da renda. Porém, a renda da agropecuária pode depender mais das produtividades do capital e do trabalho do que da área cultivada propriamente dita.

A segunda controvérsia é a confusão entre renda e bem-estar social. O procedimento mais usual para mensurar o bem-estar é por meio do cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano - IDH¹⁸, o qual é o resultado da média entre o nível de renda, o nível de educação e a longevidade. Supõe-se que um maior nível de renda implica maior IDH. No entanto, pode-se ter maior IDH sem a participação significativa da renda gerada pelo setor agropecuário. Municípios em que predominam atividades econômicas essencialmente urbanas, ou que recebam maiores repasses do governo federal, contam com melhores serviços de educação e saúde e, portanto, podem ter maiores níveis de IDH.

Motivado pelas dúvidas arroladas acima, o objetivo geral deste capítulo é analisar a relação entre o desmatamento da região da Amazônia Legal e o bem-estar de sua população avaliando em que proporção uma restrição ao desmatamento impacta negativamente sobre o bem-estar.

Os objetivos específicos são:

- 1- Verificar a importância do fator terra, dentre os demais fatores, como determinante da composição da renda agropecuária por meio da estimativa de uma função de produção;
- 2- Avaliar o impacto da redução na área agrícola (caso haja um controle mais efetivo do desmatamento) sobre a geração de renda e o bem-estar da população.

¹⁸ No presente estudo, utilizou-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDH-M, que é uma adaptação do IDH para analisar estados ou municípios.

Entende-se por bem-estar da população o estado ou a situação em que se expressam as condições materiais e imateriais em que uma população tem acesso para sua sobrevivência. E se assume, nesse trabalho, que o bem-estar pode ser mensurado pela composição entre renda, educação e longevidade de sua população, o que gera o chamado Índice de Desenvolvimento Humano.

4.2 Revisão bibliográfica

Os trabalhos realizados sobre o bem-estar são de duas naturezas: os de cunho teórico (SEN, 1999; MUKHOPADHAYA, 2001; ISLAM; CLARKE, 2001) e os de aplicação empírica. Os primeiros trabalhos empíricos sobre o bem-estar não são recentes. Especificamente sobre os trabalhos brasileiros, há o destaque para os trabalhos que consideram as regiões onde se encontram os melhores indicadores de bem-estar.

Barros, Mendonça e Duarte (1997) investigaram os mecanismos da distribuição de renda e os relacionaram com os aspectos relacionados à desigualdade, pobreza e bem-estar no Brasil. Feito isso, compararam os resultados brasileiros com os de outros países, particularmente os da América Latina. Com relação ao Brasil, os autores concluem que a distribuição de renda melhorou levando a uma diminuição da pobreza e a um aumento no nível de bem-estar.

Marinho, Soares e Benegas (2003) estimaram medidas de eficiência técnica dos estados brasileiros para a geração de bem-estar, entre 1986 e 1988. Para estabelecer padrões de comparação, os autores implementaram três formas para medir o bem-estar: a medida de Sen, o PIB per capita e o IDH. Todas as medidas apontam para os mesmos resultados: São Paulo, Rio Grande do Sul, Amazonas, Roraima e Amapá são os estados mais eficientes na geração de bem-estar.

Resultado semelhante foi obtido por Ramos e Ávila (2000). Com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD 1992 e 1996, os autores compararam o nível de bem-estar entre dez regiões metropolitanas do Brasil, bem como sua evolução ao longo do período analisado. Os resultados apontam um maior nível de bem-estar entre as regiões metropolitanas do Sul, seguidas pelo Sudeste e Nordeste.

Um dos primeiros trabalhos a avaliar o desenvolvimento sócio-econômico da população da Amazônia, e talvez um dos únicos a analisar a região como um todo, foi o de Haller et al. (1996) para os anos de 1970 e 1980. Os autores utilizaram dados tradicionalmente usados nas análises de estratificação social e bem-estar, como analfabetismo, matrícula escolar de crianças e jovens, anos de escolaridade formal da população e um conjunto de bens de uso doméstico. Com base nos dados, os autores calcularam um índice para medir o bem-estar e compará-lo ao longo do tempo. Os resultados mostraram que: (a) o nível de desenvolvimento socioeconômico da população de todos os municípios, com exceção de dois, cresceu entre 1970 e 1980; (b) o índice médio, numa escala de 0 a 100, saltou de 4,96 em 1970 para 17,70 em 1980; e (c) os municípios com os mais elevados índices são as metrópoles da Amazônia Legal. A justificativa dos autores para a elevação do índice de desenvolvimento socioeconômico é a realização de investimentos de grande escala na região.

Em recente trabalho desenvolvido por Calentano e Veríssimo (2007a) é verificada a evolução dos indicadores sociais propostos nos “Objetivos de Desenvolvimento do Milênio” para os Estados da Amazônia Legal. O ranking de estados com melhor situação é: (1º) Mato Grosso, (2º) Amapá, (3º) Pará, (4º) Amazonas, (5º) Rondônia, (6º) Roraima, (7º) Tocantins, (8º) Acre e (9º) Maranhão.

Fatores que promovem a melhoria do bem-estar, principalmente os relacionados com a agricultura, também são discutidos. O trabalho de Sarris (2001) salienta que o crescimento da agropecuária pode diminuir o nível de pobreza, ou seja, melhorar o nível de bem-estar, por meio de dois mecanismos: o direto e o indireto. O direto se deve ao fato de que o crescimento agrícola diminui a pobreza em áreas rurais; e o indireto decorre de que o crescimento da agricultura contribui para o crescimento de toda a economia, que por sua vez contribui para a diminuição da pobreza em geral.

Visão complementar à de Sarris é apresentada por Bravo-Ortega e Laderman (2005), a qual mostra que o desenvolvimento agropecuário tem efeito positivo sobre o bem-estar social, no entanto, os autores ressaltam que o desenvolvimento de outros setores tem efeito superior sobre o bem-estar social quando comparado ao agrícola.

Bonelli (2001) avaliou quantitativamente o crescimento do setor agropecuário e seus desdobramentos sobre a geração de renda, o crescimento populacional, a arrecadação de impostos

e o desenvolvimento humano em 23 espaços geoeconômicos brasileiros (municípios ou conjunto de municípios contíguos) entre 1970 e 2000. Segundo o autor, apesar dos índices para a região da Amazônia estarem abaixo ou próximos de 0,5, que caracteriza uma situação de baixa qualidade de vida, houve um crescimento no período analisado, que permite concluir que o crescimento da renda agropecuária está associado diretamente à melhora das condições de vida da população.

Walker et al. (1997) analisaram o processo de desenvolvimento agrícola ao longo do eixo da rodovia Transamazônica e o seu impacto sobre o bem-estar numa amostra de 132 produtores rurais no ano de 1993. Os resultados mostraram que 8,3% tiveram uma degradação de sua situação; 32,5% mantiveram a posição original; e 59,2% melhoraram de situação.

Pelo fato do bem-estar se constituir em uma área de grande interesse da economia, é comum encontrar relações com temas diversos que mostrem possibilidades de alterações sobre o bem-estar social. E dado o interesse que as questões ambientais vêm assumindo, há a preocupação de compreender adequadamente essa relação, ou seja, de que forma uma alteração de ordem ambiental impacta sobre o bem-estar de um grupo social.

Existem muitos trabalhos que versam sobre as transformações ambientais e os seus desdobramentos sobre o bem-estar social. Tais trabalhos abrangem mudanças climáticas (HASSELMANN, 1999; FÜSSEL, 2007), gestão de águas (RUIJS, 2007), políticas de conservação (OLSON, 2000; GERLAGH; KEYZER, 2003), poluição internacional (ZAGONARI, 1998) e desmatamento de mangues (BARBIER, 2003), por exemplo.

E dentre toda a gama de associações entre o meio-ambiente e o bem-estar, há também a relação com o desmatamento. Um dos primeiros trabalhos a relacionar o bem-estar (qualidade de vida) com o desmatamento foi o de Diener (1995), o qual incorporou a variável desmatamento à metodologia do índice de qualidade de vida.

A dinâmica do desmatamento tem algumas implicações sobre o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH. No momento em que ocorre desmatamento, o IDH é superior aos das áreas de floresta, devido ao aumento de renda gerado pela extração madeireira. E nas áreas já desmatadas, onde a atividade da agropecuária se instala, o IDH é semelhante ao das áreas de floresta (CALENTANO; VERÍSSIMO, 2007b). Azevedo e Pasquis (2006), ao analisar o estado do Mato Grosso, verificaram que as diferenças socioeconômicas são muito semelhantes

em municípios com diferentes níveis de desmatamento, principalmente naqueles onde se instalou a pecuária.

Diniz et al. (2007) verificaram que as atividades que promovem o desmatamento pouco contribuem para a promoção da desigualdade da renda.

Por sua vez, nas localidades onde há a predominância do agronegócio no norte do Mato Grosso, em que existem as atividades de comercialização de insumos, máquinas e implementos agrícolas e a produção propriamente dita e sua comercialização, o nível de crescimento é superior à média do Estado, o que sugere uma melhora da renda e, conseqüentemente, do IDH (SOUZA, 2007). Mas vale destacar que pode ser a comercialização o fator preponderante na melhora do IDH e não a atividade agropecuária.

No universo dos trabalhos empíricos em economia, geralmente há a necessidade de estimar funções, quer sejam de utilidade, de custo, de lucro ou de produção. E uma função bastante utilizada nesse contexto é a função de produção Cobb-Douglas, principalmente em pesquisas de economia agrícola, pois ela apresenta propriedades desejadas que tornam sua estimação e sua análise mais cômodas. Muitos estudos se concentram apenas na estimação da própria função de produção (HAYAMI, 1970; CHOWDHURY; NAGADEVARA; HEADY, 1975), outros testam se determinado setor apresenta retornos constantes de escala (ECHEVARRIA, 1998). Por meio das funções de produção pode-se verificar a elasticidade de substituição entre os fatores de produção utilizados (MURATA; LOPES, 2006) e, além disso, também é possível determinar o nível de produtividade e o progresso tecnológico de um determinado setor (ANDZIO-BIKA; WEI, 2005; BINICI; DEMIRCAN; ZALAUF, 2006).

Como exemplos de estimativas mais recentes de função de produção para a agropecuária tem-se o trabalho de Echevarria (1998) que utilizou a função Cobb-Douglas com três fatores de produção, terra, capital e trabalho, para testar se o setor agrícola do Canadá apresenta retornos constantes de escala entre 1971 e 1991. Andzio-Bika e Wei (2005) também incorporaram o fator terra na função de produção Cobb-Douglas para analisar o impacto de cada fator no crescimento da produtividade agrícola da China entre 1989 e 2002. Kamat, Tupe e Kamat (2007) analisaram o crescimento do PIB agrícola da Índia entre 1970-71 a 2002-03 por meio da função de produção Cobb-Douglas. No caso do Brasil, Barros, Costa e Sampaio (2004) utilizaram a função Cobb-

Douglas para analisar a eficiência técnica das empresas agrícolas do pólo de Petrolina e Juazeiro, no estado de Pernambuco.

Por meio da função de produção, há a possibilidade de utilizar técnicas de programação (linear ou não linear) para resolver problemas de restrição (igualdade ou desigualdade). Nesse aspecto, Hardie, Parks e van Kooten (2004) analisaram os instrumentos da política econômica para o uso do solo por meio das técnicas de programação não-linear utilizando a função de produção Cobb-Douglas.

Por meio da função de produção (Cobb-Douglas) e das técnicas de programação não-linear, Galor, Moav e Vollrath (2005) demonstraram que as condições geográficas das propriedades agrícolas afetam negativamente a implementação das instituições de promoção do capital humano e, dessa forma, a transição de uma economia agrícola para industrial, gerando, assim, diferenças na renda real per capital.

4.3 Referencial teórico e analítico: o bem-estar na análise econômica

Comumente, o termo bem-estar reflete uma multiplicidade de significados, tais como condições de vida, liberdade, satisfação e felicidade, por exemplo. Por possuir uma aceitação comum e por ser algo universalmente desejável, o bem-estar dos indivíduos ou da sociedade sempre despertou o interesse investigativo de vários campos do conhecimento, dentre eles, o da medicina, da ciência política, da economia e da filosofia, por exemplo. E foi justamente no campo filosófico que o tema do bem-estar despertou as primeiras reflexões sobre seu desenvolvimento e o que ele reflete e representa ao homem. O filósofo grego Aristóteles dedicou uma parte do seu livro *Ética a Nicômaco* para o estudo da *eudaimonia*, palavra grega para a felicidade. Para ele, a felicidade depende da “posse de bens reais aos quais a razão imporá uma justa medida, um meio termo, uma mistura ou combinação de prazer e inteligência” (SANTOS, 2001, p. 19).

Em a Riqueza das Nações de Adam Smith, já no século XVIII, o bem-estar se ingressou sutilmente à gama de objetos da análise econômica com a roupagem da utilidade, na medida em que a melhora do bem-estar da sociedade era dependente do aumento do nível de utilidade dos indivíduos. Mas foi com o trabalho de Mill (1983) que a economia incorporou definitivamente o

conceito utilitarista, embora não tenha estabelecido o princípio de maximização da utilidade como o objeto da racionalidade humana (COOTER; RAPPOPORT, 1984).

Entre 1870 e 1890, o bem-estar econômico foi formalizado como a maximização da utilidade pelos indivíduos, assim como as empresas maximizam o lucro. Como, nas visões de Marshall e Pigou, a utilidade representa aspectos materiais e não-materiais, os economistas estavam aptos a considerar apenas os aspectos materiais, mas isso não deixaria de evidenciar as condições de bem-estar, na medida em que havia uma relação positiva entre os bens materiais e não materiais, de tal forma que a comparação tornar-se-ia possível (ACKERMAN, 1997).

Ainda no último quartel do século XIX, economistas como William Stanley Jevons e Vilfredo Pareto questionaram a quantificação da utilidade, ou seja, questionaram se a representação cardinal para medir a utilidade seria impossível nos aspectos práticos.

Diante do impasse em mensurar o bem-estar econômico por meio de funções cardinais, os economistas encontraram uma forma de resolver tal problema por meio do Critério de Pareto, o qual estabelece que se uma ordenação social se altera de $(c^1, \dots, c^n)$ para $(c^{1'}, \dots, c^{n'})$, em que c^i representam as cestas de consumo, e ninguém se encontra em situação pior à inicial e ao menos uma pessoa se encontra em situação melhor à inicial, diz-se que o bem-estar melhorou (DEATON; MUELLBAUER, 1980). A racionalidade dos agentes econômicos e a estrutura de competição perfeita constituem a base para a formulação do Critério de Pareto.

O Critério de Pareto não fornece subsídios para incluir elementos redistributivos, por ser um critério exclusivamente ordinal, ou seja, não permite qualquer tipo de relação cardinal entre as variações de utilidade.

Para contornar esse problema, John Hicks e Nicholas Kaldor formularam o critério de compensação, o qual é uma tentativa de superação das limitações do Critério de Pareto. O critério de compensação diz que se os ganhos dos agentes beneficiados fossem maiores que a perda dos agentes prejudicados haveria melhoria de bem-estar social (BOADWAY; BRUCE, 1984).

Para obter uma forma de comparar qualquer estado de bem-estar social ao longo do tempo para a mesma economia ou entre economias distintas, Bergerson e Samuelson estabeleceram as funções sociais de bem-estar na forma $W = f(U^1, \dots, U^n)$ em que $U^1, \dots, U^n$ são funções

utilidades dos n indivíduos que compõem o grupo social considerado (SILBERBERG; SUEN, 2001).

Em artigo publicado em 1963, Arrow demonstrou, por meio de sua teoria de escolha social, que não é possível construir uma função de bem-estar social sem violar uma das quatro propriedades “razoáveis” desejadas: a) a transitividade, que é a ordenação de preferências; b) o Critério de Pareto; c) a democracia ou domínio irrestrito, ou seja, que o procedimento para agregar utilidades individuais deve considerar qualquer ordenação de preferência de cada agente; e d) independência das alternativas irrelevantes, em que a ordenação de dois estados sociais deve depender exclusivamente da ordenação dos agentes (BROADWAY; BRUCE, 1984).

Diante disso, qualquer tentativa de constituir uma função de bem-estar social a partir das funções dos agentes será uma agregação ditatorial, pois irá violar pelo menos uma das propriedades estabelecidas.

Por sua vez, trabalhos posteriores, dentre eles os de Sen (1977, 1999), argüíram que as propriedades razoáveis definidas por Arrow não são tão “razoáveis”, mas sim, restritivas, porque elas anulam a possibilidade de ponderar o ganho dos agentes beneficiários contra a perda dos agentes prejudicados. Isso forneceu as bases para os resultados teóricos de que funções de ordenação social podem ser estabelecidas sem o critério ditatorial, pois as propriedades estabelecidas por Arrow não são necessárias nos trabalhos empíricos.

Dentre as formas para se mensurar o bem-estar, talvez a mais utilizada seja por meio do nível de renda, pois se assume que a renda é um indicador adequado para representar as condições de vida, a qual, por sua vez, tem uma estreita relação com o bem-estar. Hicks, Pigou e uma série de outros economistas utilizaram amplamente a renda nacional para mensurar o bem-estar (ISLAN; CLARK, 2001), pois sua utilização se justifica pela simplicidade e facilidade de obtenção, e também pela dedução lógica e direta que se pode fazer: se a renda nacional está crescendo, o bem-estar da sociedade também está.

Portanto, o bem-estar de um grupo social pode ser mensurado simplesmente pela renda, o que gera o indicador condição de vida (CV) e que pode ser representado como:

$$CV = f(RN) \quad (1)$$

Em que RN é a renda nacional per capita.

No entanto, deve-se ter certo cuidado em analisar somente o nível de renda de uma sociedade, pois ela mascara os aspectos distributivos, principalmente em países em desenvolvimento, a exemplo do Brasil.

Como ressaltam Ivanova, Arcelus e Srinivasan (1999, p. 159), “mesmo a renda nacional per capita sendo uma parte significativa da estratégia de desenvolvimento humano, ela por si só não consegue capturar todos os aspectos do desenvolvimento”. Isso mostra que utilizar unicamente a renda per capita como um indicador de bem-estar pode não refletir as reais condições de desenvolvimento de um determinado grupo social.

Um indicador mais amplo para mensurar o bem-estar da sociedade é a qualidade de vida. Ela difere da condição de vida por incluir questões com grau de subjetividade maior, como liberdade política, relacionamento social e meio ambiente. A essas questões, a literatura internacional trata como *non-welfaristic issues* (*NW*). Assim, a qualidade de vida (*QV*) pode ser formulada como:

$$QV = z(CV, NW) \quad (2)$$

Dessa forma, a melhora da qualidade de vida não depende apenas do aumento da renda. Por sua vez, mensurar características abstratas, como a liberdade política e o relacionamento social, é de grande dificuldade, pois culturas distintas podem atribuir valores extremamente diferentes a essas características (WELZEL; INGLEHART; KLINGEMANN, 2003).

Uma forma ainda mais ampla para medir o bem-estar da sociedade, definido por Pearce e Nash (1981), engloba, além da geração de bens e serviços, sua distribuição, e o seu acesso aos serviços de saúde e educação. Na literatura específica, a isso se dá o nome de vetor de objetivos sociais desejáveis (*V*). Dessa forma, o bem-estar da sociedade (*BS*), como definido pelos autores, pode ser definido matematicamente como:

$$BS = \phi(CV, NW, V) \quad (3)$$

Em que *CV* é o indicador Condição de Vida, *NW* é o indicador *non-welfaristic issues*, e *V* é o vetor de objetos sociais desejáveis.

Em análises empíricas, uma forma reconhecidamente aceita de se mensurar o bem-estar de uma população é por meio do Índice de Desenvolvimento Humano - IDH.

Segundo Qizilbash (2002)¹⁹, o IDH é uma herança do esforço intelectual de Mahbub ul Haq; porém, foi graças ao Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, e com a intervenção direta do economista e prêmio Nobel Amartya Sen, que o índice ganhou notoriedade e passou a pertencer ao rol das estatísticas dos países.

Mahbud percebeu que os economistas estavam esquecendo do ser humano, quando tratavam do desenvolvimento. Assim, vislumbrou a necessidade de incorporar o progresso humano e a miséria dentro do processo geral de desenvolvimento. Como o autor ressalta, “qualquer aproximação adequada poderia tratar o ser humano como meio e fim do desenvolvimento” (QIZILBASH, 2002, p. 2). A idéia do desenvolvimento humano envolve a melhoria da qualidade de vida, a qual não pode ser mensurada apenas pela análise do Produto Nacional Bruto.

Há dois conceitos de qualidade de vida: (1) o amplo, que exprime noções abstratas, como equidade e direitos humanos básicos, por exemplo, e (2) o restrito, que mede apenas o grau de acesso aos bens para atender suas necessidades básicas. Ambos se sustentam, porque cada pessoa necessita de diferentes níveis de renda para ter o padrão de vida desejado (QIZILBASH, 2002).

O IDH utilizou a metodologia do Índice Físico de Qualidade de Vida, o qual engloba três dimensões do desenvolvimento humano: expectativa de vida, mortalidade infantil e educação.

Segundo Haddad e Bonelli (1998), o IDH é um índice sintético que engloba três dimensões:

- a) Indicador de Longevidade (L): medido pela esperança de vida ao nascer;
- b) Indicador do nível de educação (E): medido pela combinação da taxa de alfabetização de adultos, com peso $2/3$, e da taxa combinada de matrícula nos três níveis de ensino, com peso $1/3$; e,
- c) Indicador do nível de renda (Y): medido pelo PIB per capita.

Para calcular o indicador de cada dimensão é necessário torná-los comparáveis. Isso é alcançado por meio de uma transformação dos valores individuais em uma escala de 0 a 1, por meio da seguinte expressão:

¹⁹ QIZILBASH, M. **On the measurement of human development**. Lecture prepared for de UNDP training course, School of Economic and Social Studies. Norwich, 2002.

$$I_{ij} = (V_{ij} - \text{Min}V_i) / (\text{Max}V_i - \text{Min}V_i) \quad (4)$$

Em que:

V_{ij} = valor do componente i no local j

$\text{Max}V_i$ = valor máximo do componente i no local j

$\text{Min}V_i$ = valor mínimo do componente i no local j

Por sua vez, o IDH é obtido por meio da média aritmética dos índices referentes às três dimensões:

$$IDH = \frac{1}{3}(L + E + Y) \quad (5)$$

Segundo Ianova, Arcelus e Srinivasan (1999), o IDH não foi elaborado para prever, mas sim para medir o nível de desenvolvimento humano entre locais distintos. Ele deve ter vantagens quando comparado a indicadores isolados, como a renda per capita, por exemplo; e deve permitir sua comparação ao longo do tempo, para se ter clareza de sua melhoria ou de sua degradação.

4.4 Metodologia

4.4.1 Relação entre desmatamento, renda e bem-estar

O desmatamento ocorre para disponibilizar o fator de produção terra, o qual é utilizado em grande escala para a produção agropecuária²⁰. O valor dessa produção é o PIB agropecuário, que somado com o PIB proveniente de outras atividades da economia, o industrial e o de serviços, geram o PIB total da economia, que dividido pela população resulta no PIB per capita. Esse valor combinado com a esperança de vida (longevidade) e com o nível de educação define o nível de bem-estar de uma sociedade (Figura 4.1).

²⁰ A terra desmatada também pode ser usada para construir hidroelétricas, cidades, indústrias, estradas e área de mineração. No presente estudo será apenas considerado os efeitos do controle do desmatamento sobre a agropecuária e no agronegócio.

Figura 4.1 - Relação entre desmatamento e bem-estar

Pela definição, o IDH-M é dado por:

$$IDH - M = (IY + IE + IL)/3 \quad (6)$$

Em que IY , IE e IL são, respectivamente, os índices de renda, educação e longevidade.

O índice renda (IY) é calculado por meio de uma função logarítmica, devido ao pressuposto de que a contribuição da renda para o bem-estar assume retornos decrescentes:

$$IY = \frac{\ln(\bar{Y}) - \ln(3,90)}{\ln(1559,24) - \ln(3,90)} \quad (7)$$

A renda per capita é $\bar{Y} = (Y_a + Y_i + Y_s)/P$, em que Y_a , Y_i , Y_s e P são, respectivamente, o PIB agropecuário, o PIB industrial, o PIB de serviços e a população. Os valores inclusos na equação (7), R\$ 1559,24 e R\$ 3,90, são os valores limites os quais foram estabelecidos pelo PNUD²² para o cálculo do índice de renda no Brasil, e são adotados também nesse trabalho.

²¹ O Índice Longevidade é calculado por: $IL = (V_i - 25)/(85 - 25)$ em que V_i é a esperança de vida ao nascer; os valores 25 e 85 são as idades médias mínimas e máximas que devem ser consideradas no índice de longevidade. O Índice Educação é calculado por: $IE = (2IA_i + IM_i)/3$ em que A_i é a taxa de alfabetização de adultos e M_i é a taxa de matrículas.

²² Ver Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.

O segundo objetivo específico do trabalho é verificar o quanto o nível de bem-estar, mensurado pelo IDH-M, é afetado caso haja restrição no uso da terra. Para tanto, é necessário:

- 1) identificar, inicialmente, a participação da terra no PIB agropecuário, o que é feito através da estimativa de uma função de produção;
- 2) verificar o quanto o PIB da agropecuária diminui se houver restrição no uso da terra. Para tanto, utiliza-se um modelo não linear de otimização e os resultados da função de produção estimada;
- 3) calcular o quanto reduz o PIB do agronegócio a partir da redução do PIB da agropecuária. A redução do PIB do agronegócio é a redução do PIB total quando da restrição do uso da terra para a agropecuária;
- 4) com o novo valor do índice de renda, quando da restrição do uso da terra para a agropecuária, calcular o novo IDH-M.

A função de produção torna possível mensurar a quantidade de fatores de produção (entre os quais a terra) necessária para obter uma determinada quantidade de produto.

De maneira geral, uma função de produção é caracterizada por:

$$Y = f(K, L, T) \quad (8)$$

Em que Y é o produto, K , L e T são, respectivamente, as quantidades dos fatores de produção capital, trabalho e terra.

A maior parte dos trabalhos empíricos desconsidera o fator terra, pois assumem que ao longo de tempo seu crescimento é nulo. No entanto, pelo fato do desmatamento na região amazônica tornar mais áreas disponíveis para a atividade agropecuária, pode-se afirmar que a taxa de crescimento do fator terra também é positiva. Dessa forma, as taxas de crescimento do produto e para cada fator são dadas por:

$$\dot{Y} = \frac{d(\ln Y)}{dt} > 0, \quad \dot{K} = \frac{d(\ln K)}{dt} > 0, \quad \dot{L} = \frac{d(\ln L)}{dt} > 0, \quad \dot{T} = \frac{d(\ln T)}{dt} > 0 \quad (9)$$

Adotando a estrutura Cobb-Douglas para a função de produção, tem-se:

$$Y = AK^\alpha L^\beta T^{1-\alpha-\beta} \quad (10)$$

Em que A é a tecnologia e K , L e T são os fatores de produção descritos anteriormente. Já α e β são os parâmetros que indicam o grau de substituição entre os fatores. Também se assume que $\alpha > 0$, $\beta > 0$ e $\alpha + \beta < 1$. A equação (10) será estimada em duas escalas de análise, utilizando dados em nível municipal²³: para a Amazônia como um todo e para cada um dos estados que a compõem.

Determinados os parâmetros da função de produção para cada estado e assumindo que os agentes são racionais e, portanto, otimizadores, pode-se estabelecer a formulação entre renda agropecuária e os fatores utilizados, simulando os impactos sobre a renda de uma redução da área utilizada pela atividade agropecuária. Para se determinar o quanto de terra deveria ser retirado da atividade agropecuária, considerou-se a legislação florestal existente, a área total dos estabelecimentos agropecuários e o quanto eles têm de florestas. Assim, para cada estado, calculou-se o quanto estaria faltando de florestas dentro dos estabelecimentos agropecuários e o quanto, assim, deveria ser retirado da produção agropecuária. Dessa forma, está-se diante de um problema de otimização condicionada, ou seja, os agentes otimizam o produto agropecuário levando em consideração a restrição do fator terra. De forma matemática:

$$\begin{aligned} \text{Max: } Y &= AK^\alpha L^\beta T^{1-\alpha-\beta} \\ \text{sj: } T &\leq T_0 \\ K, L, T &\geq 0 \end{aligned} \quad (11)$$

Em que T_0 é a máxima quantidade possível do fator terra que pode ser utilizada na agropecuária.

A solução do problema de otimização com restrição de desigualdade é obtida por meio da formulação de Kurn-Tucker. Inicialmente, a função de Lagrange (Φ) é:

$$\Phi = AK^\alpha L^\beta T^{1-\alpha-\beta} + \lambda(T_0 - T) \quad (12)$$

Em que λ é o multiplicador de Lagrange. Vale ressaltar que a diferença $T_0 - T$ é sempre não negativa. As condições de Kurn-Tucker para equação (12) são:

$$\Phi_K = \frac{\partial \Phi}{\partial K} = \alpha AK^{\alpha-1} L^\beta T^{1-\alpha-\beta} \leq 0 \quad K \geq 0 \text{ e} \quad \Phi_K K = 0 \quad (13)$$

²³ A região tinha 625 municípios à época do Censo Agropecuário de 1995.

$$\Phi_L = \frac{\partial \Phi}{\partial L} = \beta A K^\alpha L^{\beta-1} T^{1-\alpha-\beta} \leq 0 \quad L \geq 0 \quad \text{e} \quad \Phi_L L = 0 \quad (14)$$

$$\Phi_T = \frac{\partial \Phi}{\partial T} = (1 - \alpha - \beta) A K^\alpha L^\beta T^{-\alpha-\beta} + \lambda \leq 0 \quad T \geq 0 \quad \text{e} \quad \Phi_T T = 0 \quad (15)$$

$$\Phi_\lambda = \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} = T_0 - T \geq 0 \quad \lambda \geq 0 \quad \text{e} \quad \Phi_\lambda \lambda = 0 \quad (16)$$

O conjunto de inequações (13) a (16) mostra a condição de Kurn-Tucker para o problema de otimização com restrição de desigualdade, ou seja, mostra a condição necessária de primeira ordem para atingir um ponto de máximo, tendo como restrições a quantidade de terras utilizada na produção agropecuária, a não negatividade de todos os fatores de produção considerados e o multiplicador de Lagrange.

Por meio da função de produção, é possível simular diferentes quantidades de terra utilizada na produção agropecuária, o que irá resultar em diferentes valores para o PIB agropecuário.

A partir de coeficientes da relação PIBagronegócio/PIBagropecuário, pode-se calcular os novos valores do PIB do agronegócio segundo os novos valores do PIB da agropecuária. Por exemplo, se o PIB da agropecuária cai R\$ 1 e a relação PIBagronegócio/PIBagropecuário é 3, haverá R\$ 3 de queda no PIB do estado. Com o novo valor do PIB do estado, em termos per capita, é possível calcular o índice de renda por meio da equação (7) Combinando o índice da renda com os índices de longevidade e educação, é calculado o novo IDH-M. Vale ressaltar que se assume a interdependência entre os três setores da economia (agropecuária, indústria e serviços), e a independência entre os indicadores do IDH-M. Ou seja, uma variação do PIB do setor agropecuário interfere no PIB dos demais setores da economia. Por sua vez, qualquer variação no índice renda não afeta os índices de educação e longevidade.

4.4.2 Coleta de dados

Do Censo Agropecuário de 1995 foram extraídas as parcelas de áreas utilizadas na produção agropecuária, o número de trabalhadores e as classes de potência dos tratores. A

quantidade de terra utilizada na produção agropecuária é uma *proxy* da área desmatada. O número de trabalhadores fornece o fator trabalho. O capital utilizado na produção agropecuária é mensurado por meio de uma *proxy*, a quantidade de tratores, medida pela potência (em cavalo vapor) disponível em cada município. Os dados do censo agropecuário de 1995 mostram, para cada município, a quantidade de tratores em cada uma das seguintes classes de potência: menor que 10cv; de 10cv a 20cv; de 20cv a 50cv; de 50cv a 100cv e maior que 100cv. A potência total foi estimada pelo somatório dos valores médios de cada classe multiplicado pelo número de tratores existentes. A isso se soma o produto do número de tratores acima de 100cv multiplicado por 100. Na impossibilidade de se determinar um valor para a última classe, assumiu que todos os tratores acima de 100cv têm 100cv.

O Produto Interno Bruto - PIB dos municípios e o PIB Agrícola foram coletados no Ipeadata. O IPEA disponibiliza os dados já deflacionados, ou seja, a preços constantes.

Os coeficientes da relação PIBagronegócio/PIBagropecuária foram obtidos no trabalho elaborado por Guilhoto (2004).

Os dados referentes ao Índice do Desenvolvimento Humano Municipal - IDH-M foram obtidos no Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, um banco de dados eletrônico com informações sócio-econômicas sobre os 5.507 municípios do país, os 26 Estados e o Distrito Federal.

Pela característica do IDH-M, os dados necessários para sua construção são de natureza bastante específica, os quais só são levantados nos períodos de realização dos censos populacionais. Como, no Brasil, os censos demográficos são realizados decenalmente, exceção para 1991, somente é possível construir o IDH-M para tais anos. No entanto, os censos agropecuários são realizados também decenalmente, mas em anos não necessariamente iguais aos do censo demográfico.

Dessa forma, foi necessário obter o IDH-M para 1995 por meio do IDH-M de 1991 e 2000, bem como os subíndices educação e longevidade. Para tal fim, foi utilizado o método de Interpolação de Lagrange.

O método de Interpolação de Lagrange é por meio da construção de um polinômio $p_n(x)$ de grau menor ou igual a n que interpola a função desejada f , porém desconhecida, nos

pontos $x_0, x_1, \dots, x_n$. Pode-se representar $p_n(x)$ como $p_n(x) = y_0 L_0(x) + y_1 L_1(x) + \dots + y_n L_n(x)$ em que os polinômios $L_k(x)$ são de grau n . Para cada i , quer se achar a condição $p_n(x_i) = y_i$ que satisfaça $p_n(x_i) = y_0 L_0(x_i) + y_1 L_1(x_i) + \dots + y_n L_n(x_i) = y_i$. Resumidamente, pode-se escrever o polinômio da interpolação de Lagrange da seguinte forma:

$$P_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \cdot \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{(x - x_j)}{(x_i - x_j)} \quad (17)$$

Com base no polinômio calculado para cada município, foi calculado o IDH-M e os seus sub-índices para os anos de 1995 levando em consideração o IDH-M de 1991 e 2000. Como só existem dois valores, o polinômio se torna de grau um, o qual foi calculado para cada município analisado.

4.4.3 Procedimentos econômétricos

Assumindo a função de produção Cobb-Douglas para três fatores de produção: Capital, Trabalho e Terra (K , L e T), tem-se:

$$Y_i = AK_i^\alpha L_i^\beta T_i^{1-\alpha-\beta} + e_i \quad (18)$$

Em que A , α e β são os parâmetros da função e e é o erro aleatório, em que $E[e] = 0$ e $E[e'e] = \sigma^2$. O subscrito i representa o município analisado.

Como a função (18) é não linear, o procedimento para sua estimação é por meio do algoritmo de Gauss-Newton²⁴, o qual é dado por:

$$\beta_{n+1} = \beta_n + [Z(\beta_n)' Z(\beta_n)]^{-1} Z(\beta_n)' [Y - f(X, \beta_n)] \quad (19)$$

²⁴ Para um melhor entendimento do processo de estimação de funções não-lineares, consultar JUDGE et al. (1988).

em que $\beta' = (A, \alpha, \beta)$ é o vetor linha dos parâmetros, $Z(\beta_n) = \frac{\partial f(\mathbf{X}, \beta)}{\partial \beta'}$ é a matriz das derivadas primeiras da função de produção em relação aos seus parâmetros e $\mathbf{X}' = (K_i, L_i, T_i)$ é o vetor linha das variáveis empregadas na função de produção,

A derivada da função Cobb-Douglas em relação aos seus parâmetros (o gradiente da função) é dada por:

$$Z(\beta_n) = \frac{\partial f(\mathbf{X}, \beta)}{\partial \beta'} = \left[\frac{\partial f(\mathbf{X}, \beta)}{\partial A}, \quad \frac{\partial f(\mathbf{X}, \beta)}{\partial \alpha}, \quad \frac{\partial f(\mathbf{X}, \beta)}{\partial \beta} \right] =$$

$$\left[K_i^\alpha L_i^\beta T_i^{1-\beta-\alpha}, \quad AK_i^\alpha L_i^\beta T_i^{1-\beta-\alpha} (\ln K_i - \ln T_i), \quad AK_i^\alpha L_i^\beta T_i^{1-\beta-\alpha} (\ln L_i - \ln T_i) \right] \quad (20)$$

Fazendo $\Psi_i = K_i^\alpha L_i^\beta T_i^{1-\beta-\alpha}$, tem-se:

$$Z(\beta_n) = \frac{\partial f(\mathbf{X}, \beta)}{\partial \beta} = (\Psi_i, A\Psi_i (\ln K_i - \ln T_i), A\Psi_i (\ln L_i - \ln T_i)) \quad (21)$$

Como pode ser visto em (19), é necessário obter a matriz (3 x 3):

$$\left[Z(\beta_n)' Z(\beta_n) \right] =$$

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n \Psi_i^2 & A \sum_{i=1}^n \Psi_i^2 (\ln K_i - \ln T_i) & A \sum_{i=1}^n \Psi_i^2 (\ln L_i - \ln T_i) \\ A \sum_{i=1}^n \Psi_i^2 (\ln K_i - \ln T_i) & A^2 \sum_{i=1}^n \Psi_i^2 (\ln K_i - \ln T_i)^2 & A^2 \sum_{i=1}^n \Psi_i^2 (\ln K_i - \ln T_i) (\ln L_i - \ln T_i) \\ A \sum_{i=1}^n \Psi_i^2 (\ln L_i - \ln T_i) & A^2 \sum_{i=1}^n \Psi_i^2 (\ln K_i - \ln T_i) (\ln L_i - \ln T_i) & A^2 \sum_{i=1}^n \Psi_i^2 (\ln L_i - \ln T_i)^2 \end{bmatrix} \quad (22)$$

Além da matriz acima é necessário também obter o vetor (3 x 1):

$$Z(\beta_n)'[Y - f(X, \beta_n)] = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n \Psi_i(Y_i - A\Psi_i) \\ A \sum_{i=1}^n \Psi_i(\ln K_i - \ln T_i)(Y_i - A\Psi_i) \\ A \sum_{i=1}^n \Psi_i(\ln L_i - \ln T_i)(Y_i - A\Psi_i) \end{bmatrix} \quad (23)$$

O algoritmo de Gauss-Newton (equação 19) tem início por meio da atribuição de valores arbitrários para cada um dos parâmetros A , α e β . O resultado da operação é um novo conjunto de parâmetros, os quais são atribuídos novamente ao algoritmo. Esse processo é denominado iteração e finaliza quando o resultado do parâmetro obtido é igual ao atribuído ao algoritmo.

4.5 Resultados

A estimativa realizada da função de produção (ver Tabela 4.1) mostra que, para a Amazônia como um todo, os coeficientes são estatisticamente significativos para os fatores de produção capital e trabalho (ambos a 1%), no entanto, o coeficiente associado ao fator terra não é estatisticamente significativo, além disso, seu sinal contraria o esperado pelo modelo, ou seja, o aumento desse fator gera diminuição da renda agropecuária (ver Tabela 4.1). O ajustamento da regressão foi relativamente baixo ($R^2 = 0,6801$). Isso pode estar relacionado com as distintas características naturais da região entre os estados, quanto a topografia e a fertilidade do solo, por exemplo. Além, disso, é importante ressaltar que a ocupação da região ocorreu de forma extensiva, e que coexistem diferentes estruturas de produção agropecuária, da rudimentar à avançada tecnologicamente. Disso resulta que a quantidade de terra utilizada na produção agropecuária não é o fator determinante desta, e que se poderia aumentar o produto do setor agropecuário elevando a densidade de trabalho e capital por unidade de área.

Tabela 4.1 - Estimativa dos coeficientes da função de produção Cobb-Douglas para a Amazônia e seus estados

Estado	Fatores de Produção				Estatísticas		
	Constante (A)	Terra (T)	Capital (K)	Trabalho (L)	R ²	Observ.	F
Amazônia	3,914615* (9,95)	-0,0355511 (-0,90)	0,4868481* (14,94)	0,5487005* (30,58)	0,6801	625	443,87
Acre	6,343892*** (1,89)	-0,315586 (-1,66)	0,1987377 (1,55)	1,1168480* (12,47)	0,9041	22	70,15
Amapá	11,63675* (7,78)	0,2545576*** (1,97)	0,527744* (11,49)	0,2176983*** (1,74)	0,9781	15	224,63
Amazonas	0,2607558 (0,31)	0,3874839 (0)	3,69E-10 (0)	0,6125161 (0,49)	0,0544	62	2,19
Maranhão	1,168268* (2,44)	0,2495995* (5,51)	0,0795139** (8,66)	0,6708859* (16,37)	0,8824	113	283,64
Mato Grosso	1,988337** (10,26)	-0,1618186 (-1,08)	0,9771264* (10,26)	0,1846921** (2,06)	0,8237	116	181,62
Pará	2,200141* (9,45)	0,0733391*** (1,86)	0,0197835*** (1,59)	0,9068776* (26,09)	0,8282	127	205,11
Rondônia	1,873102** (2,44)	0,1658774 (1,04)	0,2308906* (2,81)	0,603232* (5,11)	0,9232	39	157,22
Roraima	0,9581786 (1,28)	0,5248557*** (1,99)	0,0484265 (0,26)	0,4267177*** (2,45)	0,9117	8	28,54
Tocantins	56,17097** (2,02)	-1,435986* (-6,47)	1,777781* (8,54)	0,6582077* (5,5)	0,6723	123	85,11

Nota: Entre parênteses a Estatística t de Student.

* significativo a 1%, **, significativo a 5% e *** significativo a 10%.

Para o Estado do Acre, o único fator de produção estatisticamente significativo é o trabalho. O Amapá apresentou todos os coeficientes associados aos fatores estatisticamente significativos e com os seus sinais de acordo com o esperado. Para o Estado do Amazonas, os coeficientes estimados não são estatisticamente significativos a 10%. Todos os coeficientes para o Estado do Maranhão se mostraram estatisticamente significativos e os seus sinais de acordo com o esperado do modelo. No Estado do Mato Grosso, o coeficiente associado ao fator terra não se mostrou estatisticamente significativo e, além disso, seu sinal é negativo, contrariando as pressuposições do modelo. Os coeficientes para a terra, trabalho e capital são estatisticamente significativos para o Pará. Para o Estado de Rondônia o coeficiente associado à terra não é significativo estatisticamente, apesar de ter o sinal esperado, e os demais o são e com os sinais esperados. Em Roraima, os coeficientes associados à terra e ao trabalho são estatisticamente significativos, enquanto o coeficiente associado ao capital não é. E, finalmente, no Estado do

Tocantins, todos os coeficientes são estatisticamente significativos, embora o associado à terra possua sinal negativo, o que contraria as pressuposições do modelo.

As funções de produção para cada Estado da Amazônia não apresentam um comportamento homogêneo. Isso pode estar relacionado com a dimensão da região em análise e também com as técnicas produtivas exercidas, as quais combinam de forma bastante diferenciada os fatores de produção.

O critério para a redução do fator terra nas propriedades rurais foi determinado levando-se em consideração a atual legislação, que determina a área de reserva legal em 80% (Decreto 5.975 de 30 de Novembro de 2006, que altera a Medida Provisória 1.511 de 25 de Julho de 1996), e a quantidade de terras que não possuem cobertura florestal na forma de matas naturais ou plantadas. De acordo com a Tabela 4.2, e nas condições da legislação vigente, pode-se verificar que todos os estados excedem o uso de terras permitido, ou seja, a quantidade de matas está aquém do estipulado legalmente. Dessa forma, há a necessidade de reduzir a quantidade de terras utilizadas dentro dos estabelecimentos agropecuários para aumentar a área com matas. O estado que mais deve reduzir é Rondônia (61,69%), seguido de Roraima (57,10%), Maranhão (45,62%) e Tocantins (36,77%).

Na hipótese menos restritiva de 50% da área da propriedade com reserva legal, apenas as propriedades dos estados citados anteriormente devem realizar reduções. As demais podem ampliar o uso da terra na produção.

Tabela 4.2 - Área dos estabelecimentos agropecuários segundo a utilização das terras e redução da área utilizada para atender as exigências legais

Estados	Área dos estabelecimentos						Redução percentual da área utilizada para ter 80% de mata
	Utilizada na produção agropecuária	%	Com matas naturais e plantadas	%	Com terras produtivas não utilizadas e terras inaproveitáveis	%	
Acre	3.354.377	37,73	5.131.460	57,72	404.603	4,55	22,28
Amapá	690.152	21,68	2.338.412	73,46	154.501	4,85	6,54
Amazonas	764.274	23,00	2.145.316	64,57	412.976	12,43	15,43
Maranhão	1.675.577	56,29	1.023.388	34,38	277.852	9,33	45,62
Mato Grosso	8.264.082	36,70	11.707.425	51,99	2.548.722	11,32	28,01
Pará	264.831	37,83	374.626	53,51	60.590	8,66	26,49
Rondônia	11.345.384	67,67	3.036.006	18,11	2.384.326	14,22	61,89
Roraima	6.132.379	48,82	2.875.775	22,90	3.552.538	28,28	57,10
Tocantins	24.403.806	48,96	21.543.594	43,23	3.892.231	7,81	36,77

Fonte: IBGE (1995)

A função de produção se ajustou sem nenhuma restrição somente a três estados (Amapá, Pará e Maranhão). Mesmo apresentando um dos coeficientes não-significativo estatisticamente, as funções de produção dos estados de Rondônia e Roraima estão com os sinais dos coeficientes de acordo com o esperado. Dessa forma, o cálculo da otimização do produto agropecuário é realizado, levando em consideração a restrição do fator terra (Tabela 4.2), para esses estados, os quais podem ser vistos na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Valor do PIB agropecuário quando o uso da terra é restrito (R\$)²⁵

Estado	PIB Oficial	PIB estimado com 100% da terra utilizada	PIB estimado para a presença de 80% de mata nas propriedades*
Amapá	127.851.4000	177.836.200	166.205.700
Maranhão	1.381.605.000	1.416.081.000	753.322.000
Pará	2.256.748.000	2.193.323.000	1.612.312.000
Rondônia	641.476.000	707.018.400	269.444.700
Roraima	115.950.000	121.330.800	52.050.900

* os cálculos foram realizados por meio do software Lingo, versão 11.0. Considerou-se que os fatores trabalho e capital tenham a mesma redução que o fator terra.

²⁵ A Tabela 4.2 do Anexo B mostra um resultado conservador sobre a queda do PIB agropecuário, pois ele considera somente a restrição no fator terra. Os valores para os demais fatores foram determinados como valores ótimos para que a função de produção alcance seu ponto de máximo. Esse cálculo supõe a existência de uma tecnologia de produção poupadora de terra.

A segunda coluna da Tabela 4.3 mostra o PIB oficial da agropecuária. A terceira coluna fornece as estimativas do PIB agropecuário utilizando a totalidade de terra em uso em 1995 (100%), pois ele serve de comparação com os demais valores quando há restrições na quantidade de terra utilizada. E a quarta coluna mostra a dimensão do PIB agropecuário quando a quantidade de terra permitida para o uso se ajusta à legislação florestal. Nesse cálculo, foi considerada a mesma redução do fator terra nos fatores trabalho e capital (para outra estimativa, ver anexo B).

Com exceção do estado do Amapá, em que o valor calculado para o PIB (terceira coluna) é bastante discrepante do valor oficial (segunda coluna), o ajustamento da função de produção para o restante dos estados gera resultados próximos dos valores oficiais.

Para o estado do Amapá, deve haver uma redução de 6,54% da área utilizada, isso resulta uma diminuição do PIB agropecuário de R\$ 177.836.200 para R\$ 166.205.700. A redução da terra no Maranhão é de 45,62%, o que faz com que o PIB agropecuário recue de R\$ 1.416.081.000 para R\$ 753.322.000. O estado do Pará deve reduzir 26,49% a terra utilizada dentro dos estabelecimentos agropecuários, gerando uma redução no PIB agropecuário de R\$ 2.193.323.000 para R\$ 1.612.312.000. Rondônia deve reduzir a área utilizada na produção agropecuária em 61,89%, com isso, o seu PIB agropecuário cairá de 707.018.400 para R\$ 269.444.700. E finalmente o estado de Roraima, que deve reduzir a quantidade de terras utilizadas nos estabelecimentos agropecuários em 57,10%, teria uma redução do PIB agropecuário de R\$ 121.330.800 para R\$ 52.050.900.

Na Tabela 4.4 pode-se observar, nos estados selecionados, a magnitude da redução do PIB da agropecuária quando são adotadas restrições no uso da terra, bem como a relação entre o PIB do Agronegócio e o PIB da Agropecuária e a redução do PIB total do estado.

Tabela 4.4 - Redução do PIB da Agropecuária, relação dos PIBs do Agronegócio e da Agropecuária e Redução do PIB Total da Economia nos Estados selecionados (R\$)

Estado	Redução do PIB da Agropecuária	Relação PIB Agronegócio / PIB Agropecuária *	Redução do PIB Total do estado
Amapá	11.630.500	2,53	29.425.165
Maranhão	662.758.700	2,16	1.431.558.792
Pará	581.011.000	2,34	1.359.565.740
Rondônia	437.573.700	2,27	993.292.299
Roraima	69.279.900	2,64	182.898.936

* Os valores foram extraído de Guilhoto (2004) que calculou para os estados brasileiros o PIB dos segmentos do Agronegócio para 1999.

Pelo fato do PIB do agronegócio englobar o PIB da agropecuária e das outras atividades vinculadas à agropecuária²⁶, a relação da terceira coluna na tabela acima mostra o quanto o PIB total do estado é afetado quando há uma variação no PIB da agropecuária. Para o estado do Amapá, por exemplo, o qual apresenta uma relação de 2,53, uma redução de R\$ 10,00 no PIB da agropecuária reflete uma queda de R\$ 25,30 no PIB total da economia. Assim, a redução no PIB total é dada pela multiplicação das colunas dois e três da Tabela 4.4.

O estado que teria maior redução no PIB total é o Maranhão, o qual teria redução de R\$ 1.431.558.792, seguido por Pará (redução de R\$ 1.359.565.740), Rondônia (redução de R\$ 993.292.299), Roraima (redução de R\$ 182.898.936) e Amapá (redução de R\$ 29.425.165).

Por meio dos novos valores do PIB total e per capita (já descontadas as reduções) e utilizando a equação (7) foi calculado o índice de renda, que combinado com os índices de longevidade e educação formam o IDH-M para cada estado selecionado, conforme pode ser visualizado na Tabela 4.5. Nela aparecem os índices de renda sem e com a restrição do fator terra, os índices de educação e longevidade e o IDH-M sem e com a restrição do fator terra.

²⁶ Segundo Bacha (2004), o agronegócio é geralmente dividido em quatro segmentos: o segmento I compreende as atividades que fornecem insumos à agropecuária; o segmento II compreende as atividades da agropecuária; o segmento III compreende as atividades processadoras dos bens agropecuários; e o segmento IV compreende as atividades de distribuição.

Tabela 4.5 - Componentes do IDH-M e IDH-M para os estados selecionados²⁷

Estado	Índice renda		Índice Educação	Índice Longevidade	IDH-M	
	Sem restrição do uso da terra	Com restrição do uso da terra			Sem restrição do uso da terra	Com restrição do uso da terra
Amapá	0,804	0,801	0,812	0,687	0,767	0,766
Maranhão	0,576	0,542	0,646	0,578	0,600	0,589
Pará	0,715	0,702	0,757	0,678	0,716	0,712
Rondônia	0,714	0,673	0,772	0,659	0,715	0,701
Roraima	0,679	0,630	0,802	0,656	0,712	0,696

Como se pode observar na Tabela 4.5, as reduções no fator terra para esses estados gerariam reduções distintas nos índices de renda. O estado que teve a maior redução foi o de Roraima (0,679 para 0,630, queda de 7,22%), seguido por Maranhão (0,576 para 0,542, redução de 5,9%), Rondônia (0,714 para 0,673, queda de 5,74%), Pará (0,715 para 0,702, queda de 1,82%) e Amapá (0,804 para 0,801, queda de 0,37%).

Pelo fato do IDH-M ser composto de três indicadores e supondo que os índices de longevidade e de educação não se alteram, as reduções do IDH-M foram, relativamente, inferiores às reduções do índice de renda. O estado de Roraima, o qual detinha IDH-M de 0,712 sem a restrição do uso da terra, passou, com a restrição da terra, para IDH-M de 0,696, ou seja, redução de 2,2%. Rondônia teve seu IDH-M diminuído de 0,715 para 0,701 (redução de 1,96%) quando as restrições para o uso da terra na agropecuária são adotadas. O IDH-M do Maranhão quando não são adotadas medidas restritivas da terra é de 0,600, e com as restrições é de 0,589 (queda de 1,83%). O estado do Pará detinha IDH-M de 0,716 e passou para 0,712 (redução de 0,56%) quando medidas de uso da terra foram adotadas. E o estado do Amapá, o que sofreu menor redução, tinha IDH-M de 0,767 e passou a ter 0,766 (queda de 0,13%).

É importante ressaltar que os cálculos acima consideraram:

- que as reduções dos fatores capital e trabalho seriam proporcionais às reduções do fator terra na agropecuária. No entanto, isto pode não ser necessário se, juntamente com restrições ao uso do fator terra, forem adotadas tecnologias poupadoras desse fator, o que implica tecnologias com maior produtividade dos fatores trabalho e capital.

²⁷ A Tabela 4.3 do Anexo B mostra o resultado do IDH-M adotando-se uma perspectiva mais conservadora do cálculo da redução do PIB, a qual pode ser vista na Tabela 4.2 do Anexo B.

- apesar das reduções do nível de renda, os índices de longevidade e de saúde permanecem idênticos.

4.6 Conclusões

Com os procedimentos metodológicos adotados nesse trabalho é possível concluir que o fator terra não é significativo estatisticamente para determinar a renda da produção agropecuária na Amazônia como um todo e em quatro de seus estados. E é estatisticamente significativo na determinação da renda na agropecuária dos estados do Amapá, Maranhão e Pará. No entanto, capital e trabalho também exercem influências fortes na determinação da renda da agropecuária nesses três estados.

A constatação acima sustenta proposições de que não haveria a necessidade de incorporar continuamente novas áreas à agropecuária via novos desmatamentos, bastando otimizar o uso das áreas já desmatadas por meio da adoção de que aumentem a produtividade do capital e trabalho por hectare de terra.

Nesse aspecto, os resultados aqui obtidos corroboram com as inúmeras proposições de melhor aproveitamento da terra desmatada e já incorporada à produção, a exemplo de Rebello e Homma (2005). Dessa forma, haveria uma queda no ritmo do desmatamento e mais áreas permaneceriam em suas situações naturais. No entanto, isso significa um número constante de agentes produtores, constituindo uma barreira à entrada de novos agentes no mercado. Como se sabe, a estrutura da produção agropecuária no Brasil é bastante heterogênea, e essa estrutura também se reproduz na Amazônia, tanto nas áreas de produção quanto na utilização de capital e trabalho. Essa heterogeneidade se traduz em unidades com maior eficiência na utilização dos fatores de produção, principalmente na produtividade da terra. Assim, deve haver estímulos para que as unidades agropecuárias intensifiquem a produtividade da terra.

Ocorreram reduções expressivas da renda quando se estabelecem restrições ao uso da terra visando atender às exigências legais. No entanto, essas reduções forem menores no IDH-M devido ao fato de se supor que os índices de longevidade e educação fiquem constantes. Como a redução da renda e do bem-estar não será distribuído homogeneamente no espaço físico e há a

necessidade de compensar os agricultores que se virem restringidos no uso da terra, é possível pensar em:

- (1) uma política de compensação monetária, por parte do estado, aos produtores rurais por meio de programas assistencialistas (por exemplo, doação de renda mensal em um programa tipo bolsa família, e que poderia ser chamado de bolsa floresta);
- (2) redefinição dos instrumentos de política agrícola (caso do crédito rural, preços mínimos e de pesquisa agrícola) para serem orientados, na região amazônica, para a produção florestal sustentável. Esta última permitiria a renda da agropecuária ser, parcialmente ou totalmente, mantida pela exploração da floresta e não pela conversão da floresta em agricultura e pecuária.

Há algumas limitações do modelo aqui adotado, principalmente em relação ao cálculo do IDH-M, o qual, como pode ser visto, necessita de um índice de renda. E neste trabalho, foi utilizado como renda o PIB municipal. Como o PIB é a remuneração dos fatores de produção utilizados, pode ocorrer, no caso dos municípios da Amazônia, que uma parcela sirva para remunerar agentes não residentes no município, contribuindo, dessa forma, para melhorar o nível de bem-estar fora da própria Amazônia. Muitos municípios recebem transferências do governo, as quais não estão diretamente relacionadas às atividades de dentro do município, e podem elevar o padrão de consumo da população local, gerando, assim, um melhor nível de bem-estar. Embora existam escolas e planos de saúde privados, dos quais para se ter acesso há a necessidade de renda, a maior parte dos serviços de educação e de saúde é proveniente do governo, o que garante um padrão mínimo de bem-estar da população de cada local, independente da variável renda.

No momento da conclusão dessa pesquisa, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE divulgou dados parciais do Censo Agropecuário 2006. A divulgação definitiva dos dados desse censo permitirá a continuação dessa pesquisa e comparar os resultados de 2006 com os aqui apresentados para 1995.

Referências

ACKERMAN, F. Applied welfare economics: externalities, valuation and cost-benefit analysis. In: ACKERMAN, F.; KIRON, N.R.; GOODWIN, J.M.; HARRIS, W.; GALLAGHER, K. **Human well-being and economic goals**. Washington: Island Press, 1997. 474 p.

ANDZIO-BIKA, H.L.; WEI, L. Agricultural productivity growth and technology progress in developing country agriculture: case study in China. **Journal of Zhejiang University Science**, Hangzhou, v. 6, p. 172-176, 2005. Supplement 1.

AZEVEDO, A.A.; PASQUIS, R. Da abundância do agronegócio à Caixa de Pandora ambiental: a retórica do desenvolvimento (in) sustentável do Mato Grosso. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Anais ...** Brasília: SOBER, 2006. 1 CD-ROM.

BACHA, C.J.C. **Economia e política agrícola no Brasil**. São Paulo: Editora Atlas, 2004. 232 p.

BARBIER, E.B. Habitat-fishery linkages and mangrove loss in Thailand. **Contemporary Economic Policy**, Huntington Beach, v. 21, n. 1, p. 59-77, Jan. 2003.

BARROS, R.P. de; MENDONÇA, R.S.P.; DUARTE, R.P.N. **Bem-estar, pobreza e desigualdade de renda**: uma avaliação da evolução histórica e das disparidades regionais. Brasília: IPEA, 1997. 59 p. (Texto para Discussão, 454).

BARROS, E.S.; COSTA, E.F.; SAMPAIO, Y. Análise da eficiência utilizando fronteiras paramétricas Cobb-Douglas e Translog: o caso das empresas agrícolas do pólo Petrolina-Juazeiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 7-19, 2004.

BECKER, B.K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

BENEGAS, M.; MARINHO, E.L.L.; SOARES, F.A. Desigualdade de renda e eficiência na geração de bem-gestar. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 4, p. 583-608, 2003.

BINICI, T.; DEMIRCAN, V.; ZALAUF, C.R. Assessing production efficiency of dairy farms in Burdur Province, Turkey. **Jornal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and the Subtropics**, Witzzenhausen, v. 107, n. 1, p. 1-10, 2006.

BONELLI, R. **Impactos econômicos e sociais de longo prazo da expansão agropecuária no Brasil**: revolução invisível e inclusão social. Brasília: IPEA, 2001. 37 p. (Texto para discussão, 838).

BRAVO-ORTEGA, C.; LEDERMAN, D. **Agriculture and national welfare around the world**: causality and international heterogeneity since 1960. (Policy Research working paper series, WPS 3499). Disponível em: <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2005/02/25/000090341_20050225104637/Rendered/PDF/wps3499.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2008.

BOADWAY, R.; BRUCE, N. **Welfare economic**. New York: Basil Blackwell Inc., 1984. 344 p.

CALENTANO, D.; VERÍSSIMO, A. **A Amazônia e os objetivos do milênio**. Belém: Imazon, 2007a. 48 p.

- CALENTANO, D.; VERÍSSIMO, A. **O avanço da fronteira Amazônica: do boom ao colapso**. Belém: Imazon, 2007b. Disponível em: <http://www.museu-goeldi.br/sobre/NOTICIAS/pdf_apresentacoes_simposio/BetoVerissimo.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2008.
- CHOWDHURY, S.R.; NAGADEVARA, V.; HEADY, E.O. A bayesian application on Cobb-Douglas production function. **American Journal of Agricultural Economics**, Menasha, v. 57, n. 2, p. 361-363, 1975.
- COOTER, R.; RAPPOPORT, P. Were the ordinalists wrong about welfare economics. **Journal of Economic Literature**, Pittsburgh, v. 22, n. 2, p. 507-530, 1984.
- COSTA, W.M. Tendências recentes na Amazônia: os sistemas produtivos emergentes. In: COSTA, W.M.; BECKER, B.K.; ALVES, D.S. **Dimensões humanas da biosfera-atmosfera na Amazônia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2007. p. 178.
- DEATON, A.; MUELBAUER, J. **Economics and consumer behavior**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980. 466 p.
- DIENER, E. A value based index for measuring national quality of life. **Social Indicators Research**, Dordrecht, v. 36, n. 1, p. 107-127, Oct. 1995.
- DINIZ, M.B.; NASCIMENTO, R.B.S.; DINIZ, M.J.T.; PUTY, C.C.B.; RIVERO, S.L.M. A Amazônia (Legal) brasileira: evidências de uma condição de armadilha da pobreza? In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECONOMIA, 12., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Fortaleza: ANPEC, 2007. 1 CD-ROM.
- ECHEVARRIA, C. A three-factor agricultural production function: the case of Canadá. In: **International Economic Journal**, Seoul, v. 12, n. 3, p. 63-75, 1998.
- FÜSSEL, H.M. Methodological and empirical flaws in the design and application of simple climate-economy models. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 81, n. 22, p. 161-185, Mar. 2007.
- GALOR, O.; MOAV, O.; VOLLRATH, D. **Land inequality and the emergence of human capital promoting institutions**. 2005. (CEPR Discussion Paper, 3817). Disponível em: <http://www.brown.edu/Departments/Economics/Papers/2005/2005-03_paper.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2008.
- GERLAGH, R.; KEYZER, M.A. Efficiency of conservationist measures: an optimist viewpoint. **Journal of Environmental Economics and Management**, New York, v. 46, n. 2, p. 310-333, Sep. 2003.
- GOMES, G.M.; VERGOLINO, J.R. **Trinta e cinco anos de crescimento econômico na Amazônia (1960/1995)**. Brasília: IPEA, 1997. 144 p. (Texto para discussão, 533).
- GREENE, W.H. **Econometric analysis**. 5. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2003. 1048 p.

HADDAD, P.R.; BONELLI, R. **Desenvolvimento humano e condições de vida**: indicadores brasileiros. Brasília: PNUD/IPEA/FJP/IBGE, 1988. 140 p.

HALLER, A.O.; TORRECILHA, R.; HALLER, M.C.D.P.; TOURINHO, M.M. The socioeconomic development levels of the people of Amazonian Brazil – 1970 and 1980. **Teoria e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 293-316, Apr., 1996.

HARDIE, I.W.; PARKS, P.J.; VAN KOOTEN, G.C. The economics of land use at the intensive and extensive margins. In: TIETENBERG, A.; FOLMER, H. (Ed.). **The international yearbook of environmental & resource economics 2004/2005**: a survey of current issues. Cheltenham: Edward Elgar, 2004. p. 101-138.

HASSELMANN, K. Intertemporal accounting of climate change: harmonizing economic efficiency and climate stewardship. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 41, n. 34, p. 333-350, Mar. 1999.

HAYAMI, Y. On the use of the Cobb-Douglas production function on the cross-country analysis of agricultural production. **American Journal of Agricultural Economics**, Menasha, v. 52, n. 2, p. 327-329, 1970.

HOMMA, A.K.O. **Produção rural**: empresarial e familiar: plano de desenvolvimento sustentável da Amazônia Legal: estudos diagnósticos setoriais – PDSA 2005-2008. Belém: Agência de Desenvolvimento da Amazônia – ADA, Universidade Federal do Pará/Organização dos Estados Americanos, 2006. 104 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Agrícola Municipal 2000 – 2004**. Rio de Janeiro, 2000 – 2004a. 152 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal 2000 – 2004**. Rio de Janeiro, 2000 – 2004b. 98 p.

IVANOVA, I.; ARCELUS, F.J.; SRINIVASAN, G. An assessment of the measurement properties of the human development index. **Social Indicators Research**, Cidade, v. 46, n. 22, p. 157-179, 1999.

ISLAM, S.; CLARKE, M. **Measuring the quality of life**: a new approach empirically applied to Thailand. Presented at INDEX2001 Quality of Life Indicators Conference, 2001, Rome.

JUDGE, G.G.; HILL, R.C.; GRIFFITHS, W.E.; LÜTKEPOHL, H.; LEE, T.C. **Introduction to the theory and practice of econometrics**. New York: John Wiley & Sons, 1982. 1024 p.

KAMAT, M.S.; TUPE, S.N.; KAMAT, M.M. **Indian agriculture in the new economic regime, 1971-2003**: empirics based on the Cobb Douglas Production Function. Disponível em: <<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/6150>>. Acesso em: 10 jan. 2008.

MARINHO, E.L.L.; SOARES, F.A.; BENEGAS, M. Desigualdade de renda e eficiência na geração de bem-gestar. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 4, p. 583-608, 2003.

- MILL, J.S. **Princípios de economia política**. São Paulo: Editora Abril, 1983. 360 p.
- MUKHOPADHAYA, P. Efficiency criteria and the sen-type social welfare function. **Indian Economic Journal**, Bombay, v. 49, n. 4, p. 106-113, 2001.
- MURATA, M.H.; LOPES, L.R. Elasticidade de substituição entre os fatores de produção capital e trabalho da economia brasileira: uma análise de dados em painel para o período 1990 a 2003. In: ENCONTRO NACIONAL DA ABER, 4., 2006, Foz do Iguaçu. **Anais...** Disponível em: <<http://www.pce.uem.br/artigos/12.pdf>> Acesso em: 12 jan. 2008.
- OLSON, L.J. Dynamic efficiency of conservation of renewable resources under uncertainty. **Journal of Economic Theory**, New York, v. 95, n. 2, p. 186-214, 2000.
- PEARCE, D.; NASH, C. **The social appraisal of projects**. London: Macmillan, 1981. 152 p.
- RAMOS, L.; ÁVILA, M. **Nível de bem-estar social no Brasil metropolitano**: uma comparação inter-regional. Brasília: IPEA, 2000. 13 p. (Texto para Discussão, 730).
- REBELLO, F.K.; HOMMA, A.K.O. Uso da terra na Amazônia: uma proposta para reduzir desmatamentos e queimadas. **Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 1, n. 1, p. 199-236, jul./dez. 2005.
- RUIJS, A. **Welfare and distribution effects of water pricing policies**. 2007. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=1017476>>. Acesso em: 15 jan. 2008.
- SANTOS, B.S. Ética e "Felicidade" em Platão e Aristóteles: semelhanças, tensões e convergências. Caderno de Atas da Primeira Reunião da Sociedade Brasileira de Platonistas (ANPOF). **Boletim do CPA**, Campinas, n. 10, p. 19-28, ago./set. 2000. Suplemento.
- SARRIS, A.H. **O papel da agricultura no desenvolvimento econômico e na diminuição da pobreza**: uma base empírica e conceitual. Disponível em: <<http://www.nead.org.br/download.php?form=pdf&id=46>>. Acesso em: 12 jan. 2008.
- SARRIS, A.H. **O papel da agricultura no desenvolvimento econômico e na diminuição da pobreza**: uma base empírica e conceitual. 2001. Disponível em: <<http://www.nead.org.br/download.php?form=pdf&id=46>>. Acesso em: 12 jan. 2008.
- SEN, A. Social choice theory: a re-examination. **Econometrica**, Princeton, v. 45, n. 1, p. 43-48, Jan. 1977.
- SEN, A. **Sobre ética e economia**. São Paulo: Cia das Letras, 1999. 144 p.
- SILBERBERG, E.; SUEN, W. **The structure of economics**. 3. ed. Boston: McGraw-Hill, 2001. 688 p.
- SOUZA, I.F. Desenvolvimento do norte de Mato Grosso e suas implicações econômicas, ambientais e sociais. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO SUL DE MATO

GROSSO, S., Rondonópolis, 2007. Disponível em: <<http://www.unir-roo.br/mostra/arquivos/2007/1192533759.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2008.

WALKER, R.T.; HOMMA, A.K.O.; CONTO, A.J.; CARVALHO, R.A.; FERREIRA, C.A.P.; SANTOS, A.I.M.; ROCHA, A.C.P.N.; OLIVEIRA, P.M.; RODRIGUES-PEDRAZZA, C.D. **As contradições do processo de desenvolvimento agrícola na Transamazônica**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 117 p. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 93).

WELZEL, C.; INGLEHART, R.; KLINGEMANN, H.D. The theory of human development: a cross-cultural analysis. **European Journal of Political Research**, Amsterdam, v. 42, n. 3, p. 341–379, 2003.

ZAGONARI, F. International pollution problems: unilateral initiatives by environmental groups in one country. **Journal of Environmental Economics and Management**, New York, v. 36, n. 1, p. 36-49, July 1998.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese analisou o desmatamento na Amazônia brasileira, evidenciando que o mesmo é desigual entre os estados e procurou discutir, através da análise interpretativa e econométrica, as causas desse desmatamento desigual, bem como avaliou os impactos sobre o bem-estar se o desmatamento for reduzido.

Os capítulos centrais da tese discutem o desmatamento em períodos distintos, por meio de procedimentos teóricos e metodológicos também distintos. O capítulo dois apresentou uma análise histórica e documentada sobre o avanço desigual do desenvolvimento da região e sua relação com o desmatamento. O capítulo três avaliou, por meio de um modelo econométrico, as causas que tornam o desmatamento desigual na região. E o capítulo quatro mensurou o quanto as medidas de restrição à utilização da terra impactam sobre o bem-estar da população local, mensurada por meio do IDH-M.

Em relação ao desmatamento, vale destacar que ele se intensificou a partir do momento em que as ações do governo federal incentivaram o desenvolvimento da região – transição da década de 1960 para a década de 1970. As políticas públicas, quer de abrangência nacional (PND, PIN e PROTERRA), quer sejam de abrangência local (FNO, FINAM), aceleraram a o desenvolvimento da região, o qual resultou em seu maior desmatamento. A critério do governo, algumas áreas foram selecionadas para maior desenvolvimento, a exemplo do Mato Grosso e de Rondônia (caso do Polonoroeste), tornando o desmatamento mais acentuado nesses locais do que outros que não foram contemplados por tais programas. O governo também foi o agente responsável pela construção de rodovias – pavimentadas ou não – que culminou no direcionamento do desenvolvimento populacional e econômico da Amazônia e também do desmatamento ao longo desses eixos. Atualmente são as forças de mercado, marcadas pelos comportamentos dos madeireiros, pecuaristas e agricultores, entre outros, que mais determinam o desenvolvimento da Amazônia. E disso resulta que, sendo o processo de desenvolvimento desigual no espaço físico, devido à descontinuidade das forças que agem sobre ele, o desmatamento da região também é desigual em termos espaciais.

Essas desigualdades também puderam ser verificadas por meio do modelo econométrico (capítulo 3). Por ele, pôde-se perceber que as causas mais recentes do desmatamento têm intensidades desiguais entre os Estados, devido ao fato de que os fatores causadores do

desmatamento também são distribuídos no espaço de forma desigual. Disso suscita que medidas para reduzir o desmatamento também devem levar em consideração esses aspectos. No Acre, os fatores para a ocorrência do desmatamento são o crescimento da população o crédito rural, os gastos em agricultura e o nível de renda; no Amazonas, a extração madeireira, o nível de renda e o crédito rural; no Maranhão, o crescimento da população, a dimensão do rebanho bovino, o crédito rural e o nível de renda; no Mato Grosso, o preço da soja, os gastos em agricultura, a dimensão do rebanho e o crescimento da população; no Pará, o crédito rural, o índice de preços da agricultura temporária e a dimensão do rebanho bovino; em Rondônia, a população, os gastos em agricultura, a dimensão do rebanho bovino, o crédito rural, o preço da soja e o índice de preços da agricultura temporária; em Roraima, os gastos em agricultura, a extração madeireira e a dimensão do rebanho bovino; e no estado do Tocantins, a dimensão do rebanho bovino e o índice de preços da agricultura temporária.

No capítulo 4, por meio dos procedimentos econométricos, ficou constatado que o fator de produção terra não é estatisticamente significativo para determinar o PIB da agropecuária na Amazônia como um todo e também para a maioria dos estados. O fator terra é estatisticamente significativo para determinar o PIB da agropecuária dos estados do Amapá, Maranhão e Pará. Segundo os dados do censo agropecuário de 1995, os estados da Amazônia Legal que mais devem reduzir a área agrícola utilizada, de modo a atender a legislação florestal, são Rondônia, Roraima, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso, Pará, Acre, Amazonas e Amapá.

Paradoxalmente, o estado de Roraima, o qual é um dos estados com menor desmatamento, é um dos que mais necessitam reduzir o uso da terra para fins agrícolas. Isso advém do fato de que os dados apontados pelo censo agropecuário de 1995 consideram a área desmatada dentro das propriedades, e não a área desmatada do estado.

A queda do PIB agropecuário e do PIB total é maior nos estados do Maranhão, Rondônia, Roraima, Pará e Amapá, sendo que neste último a queda é bastante pequena, decorrente do fato de que a área a ser reduzida também é pequena.

A composição do índice de renda e do de bem-estar da população local teriam pequenas reduções (mas que são significativas), sendo que a redução do IDH-M seria menor do que a redução do índice de renda, caso seja imposta a redução do desmatamento por meio da reocupação da área agrícola com florestas. Tal redução visa adequar as propriedades à

legislação²⁸, a qual estipula que 80% da área das propriedades devam ter cobertura florestal. O estado com maior diminuição do IDH-M foi Roraima, seguido por Rondônia e Maranhão. Os estados do Pará e Amapá teriam reduções no IDH-M inferiores a 1%.

Embora essas reduções do IDH-M e do nível de renda sejam significativas, elas poderiam ser compensadas com o uso de tecnologias poupadoras da terra ou com transferências aos produtores para que eles sejam guardiões da floresta, em um programa tipo “bolsa floresta”, nos meus moldes do programa “bolsa família”.

As informações geradas na presente tese são importantes para o formulador de políticas econômicas, pois ressaltam que o desmatamento na Amazônia não pode ser considerado como um fenômeno homogêneo e, assim, as políticas públicas para a região devem considerar as diferentes dinâmicas ressaltadas nos capítulos anteriores.

Como se bem sabe, o desmatamento é um processo ainda em curso, que necessita de uma melhor compreensão das suas causas e das suas conseqüências à dinâmica da natureza e à população. Isso reforça a necessidade de realização de novas pesquisas sobre o tema. E isso só é possível à medida em que novos dados são levantados. Com maior quantidade de dados é possível reestimar os modelos apresentados nesta tese e compreender com mais riqueza a dinâmica do processo de desmatamento.

²⁸ Decreto 5.975 de 30 de novembro de 2006.

ANEXOS

ANEXO A – Dados do capítulo 3

Tabela 3.1 - Estatísticas descritivas: desmatamento Amazônia Legal

Variável		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Desmat	total	45,09816	87,78245	0	2089,2
	between		75,95604	0	1377,18
	within		43,99943	-430,6818	1565,118
Pop	total	27198,3	85783,82	697	1592555
	between		85513,76	929,2	1469295
	within		5251312	-156255,3	150458,7
CR	total	4534868	1,36E+07	500	2,12E+08
	between		1,16E+07	1579,86	1,45E+08
	within		6384994	-7,33E+07	8,85E+07
GA	total	195828,6	608304,2	0	1,41E+07
	between		467184,5	0	1,01E+07
	within		323082,8	-4015332	1,04E+07
GT	total	671350,3	2485601	0	6,93E+07
	between		1949565	0	4,60E+07
	within		1221277	-1,40E+07	3,31E+07
Rb	total	158835,5	319087,1	356	7020622
	between		311977,8	383,6	6724590
	within		65504,55	-572387,5	2083133
IPT	total	1429538	1041368	0	3350541
	between		0,828448	0,3842194	2162584
	within		0,631537	-1900926	1330911
PS	total	0,089067	0,190783	0	0,790026
	between		0,149377	0	0,548049
	within		0,118775	-0,3421235	0,665067
IPP	total	1212048	818666	0	2596311
	between		4339678	0	752697
	within		6889417	-739963	1855734
Y	total	40534,64	195701,4	67,42	3951822
	between		194919,9	232116	3859764
	within		14842,46	-148416,1	280783,6
EM	total	20774,97	80754,45	0	1500000
	between		77605,76	0	1140000
	within		22467,53	-542265	380775

Fonte: Calculado a partir de IBGE (2000 – 2004), Banco Central do Brasil (2000 - 2004), Brasil (2000 – 2004) e INPE (2006)

Tabela 3.2 - Resultados dos modelos estimados para a Amazônia Legal

Variável	Modelo		
	Regressão Pooled	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
Pop	-0.0004829 (-1,20)	0,003641* (5,18)	0,0023072* (5,36)
CR	-0,00000802* (-3,77)	0,00000166** (2,42)	0,00000134** (2,04)
GA	0,0001373* (2,88)	0,0000112 (1,21)	0,00000735 (0,80)
GT	0,0000468 * (3,67)	0,0000132* (3,64)	0,00000945* (2,94)
Rb	0,0008082* (12,22)	0,0004112* (9,03)	0,0004661* (10,74)
IPT	28,26098 (1,35)	26,62202* (5,07)	25,61666* (4,83)
PS	-89,36584 (-0,75)	155,8675* (5,22)	153,8004* (5,09)
IPP	0,0444631 (0,15)	0,0860795*** (1,62)	0,0864801 (1,60)
Y	0,0050527* (12,08)	0,0012838* (2,96)	0,0017287* (5,86)
Y ²	-1.49e-09* (-12,74)	-3.29e-10* (-3,00)	-5.84e-10* (-6,66)
EM	0,00331* (12,11)	0,0001229 (0,89)	0,0003641* (2,71)
Constante	446,3186* (11,17)	577,4482* (22,28)	513,4201* (12,82)
R ²	0,2313	0,2059	0,1991
Observações	2438	2438	2438
Teste F (Chow)		166,07*	
Teste de Breush e Pagan			4279,69*
Teste de Hausman			0,47

*: denota significância a 1%.

**: denota significância a 5%.

***: denota significância a 10%.

Nota: Entre parênteses a estatística t de Student.

Para os modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios é reportado o R² “within groups”.

Tabela 3.3 - Estatística Descritiva para o Acre

Variável		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Desmat	total	41,99	38,92267	2,2	216,6
	between		25,67104	18,28	131,96
	within		29,66742	-35,47	126,63
Pop	total	26673,57	55747,39	2045	286082
	between		56741,72	2548,8	271797,4
	within		2510,049	16306,17	40958,17
CR	total	2518770	4244033	5382,52	28300000
	between		3535873	99618,21	16700000
	within		2267235	-7580300	14200000
GA	total	387796,9	1414146	0	14100000
	between		814340,4	26817,39	3894674
	within		1159219	-3430367	10500000
GT	total	136910,4	249339	0	1694225
	between		141480,3	0	435664,6
	within		207571,3	-259498	1395471
Rb	total	153041,6	125979,7	6179	596684
	between		124484,1	6935,2	553687,4
	within		30712,39	9427,155	255153,6
IPT	total	1,041715	0,3250291	0,41191	2,129627
	between		0,2681218	0,6156132	1,917617
	within		0,1907689	0,5737135	1,542701
PS	total	0	0	0	0
	between		0	0	0
	within		0	0	0
IPP	total	8,509733	21,18203	0,0304521	112,0181
	between		8,696431	0,4131048	30,01571
	within		19,38088	-21,27082	92,89869
Y	total	4608,841	3377,348	212,83	15727,47
	between		3272,189	255,26	12573,27
	within		1045,076	819,5538	8155,724
EM	total	12801,48	15957,46	74	94826
	between		15326,2	106,6	57219,8
	within		5326,186	-5268,318	50407,68

Fonte: Calculado a partir de IBGE (2000 – 2004), Banco Central do Brasil (2000 - 2004), Brasil (2000 – 2004) e INPE (2006)

Tabela 3.4 - Resultados dos modelos estimados para o Acre

Variável	Modelo		
	Regressão Pooled	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
Pop	0,0025836** (2,3).	0,0116772* (4,08).	0,0053744* (5,61).
CR	0,0000286** (2,58).	0,00000646** (2,27).	0,00000753** (2,38).
GA	0,000000966 (0,05).	0,0000089*** (1,8).	0,00000304 (0,59).
GT	0,0000334 (0,32).	-0,00000287 (-0,12).	-0,00000843 (-0,32).
Rb	0,0007496 (1,12).	0,0000981 (0,44).	0,0001033 (0,44).
IPT	-118,921 (-1,48).	-23,6726 (-0,84).	-39,44267 (-1,29).
PS			
IPP	-0,4154381 (-0,38).	-0,4344546** (-1,93).	-0,4273629* (-1,67).
Y	0,1633096* (4,21).	0,0462756* (3,65).	0,0647901* (4,74).
Y ²	-0,00000812* (-3,29).	-0,000000763 (-0,9).	-0,00000176*** (-1,9).
EM	0,0024815 (0,8).	0,0000522 (0,03).	0,0017692 (1,13).
Constante	144,9737 (1,22).	310,0443* (2,91).	409,4264* (5,09).
R ²	0,8600	0,8227	0,7997
Observações	80	80	80
Teste F (Chow)		91,89*	
Teste de Breush e Pagan			88,85*
Teste de Hausman			0,09

*: denota significância a 1%.

**: denota significância a 5%.

***: denota significância a 10%.

Nota: Para os modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios é reportado o R² “within groups”.

Tabela 3.5 - Estatística descritiva para o Amapá

Variável		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Desmat	total	18,93125	27,7452	0	94,3
	between		5,549256	0	24,14
	within		27,21325	-3,68875	89,09125
Pop	total	31953,46	73499,69	1929	326466
	between		75237,5	2393,2	302969,6
	within		5304,62	-3876,137	55449,86
CR	total	440064,7	665904	6358,5	4214613
	between		367624	54140,66	1340977
	within		553670,9	-721629,9	3313700
GA	total	92684,58	108668,1	0	503398
	between		87055,14	0	263560,6
	within		56109,58	-37232,25	342728
GT	total	54558,71	103149,3	0	419241
	between		96749,2	0	267942,1
	within		50350,61	-87740,64	246153
Rb	total	19368,71	19839,18	1581	73822
	between		20226,65	2183,2	61868,6
	within		2278,318	12027,11	31322,11
IPT	total	1,180352	0,4911246	0,7538519	4,275303
	between		0,3638689	0,9619296	2,522994
	within		0,3398627	-0,0620964	2,932661
PS	total	0	0	0	0
	between		0	0	0
	within		0	0	0
IPP	total	4,142963	13,26083	0,0149685	97,42912
	between		5,526537	0,0527096	20,27848
	within		12,03457	-15,72066	81,2936
Y	total	6225,328	6373,378	923,54	37805,73
	between		5203,481	1178,188	20654,04
	within		3861,953	-1142,184	31095,39
EM	total	5070,262	5610,019	660	26790
	between		5666,847	846,8	22872,4
	within		992,5423	1662,862	8987,862

Fonte: Calculado a partir de IBGE (2000 – 2004), Banco Central do Brasil (2000 - 2004), Brasil (2000 – 2004) e INPE (2006)

Tabela 3.6 - Resultados dos modelos estimados para o Amapá

Variável	Modelo		
	Regressão Pooled	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
Pop	0,0001093 0,30	0,0026998 0,70	0,0003539 0,98
CR	0,0000266 0,88	-1,26e-06 -0,05	0,0000105 1,01
GA	0,0003755 1,62	0,0001111 0,73	0,0001171 1,21
GT	-0,0002635 -1,54	-0,000303 -1,36	-0,0002998** -2,22
Rb	0,0002943 0,24	,001776 0,31	-0,0010651 -0,84
IPT	-1,641,077 -0,41	-3,417,241 -0,75	-2,592,685 -0,87
PS			
IPP	-0,2987239 -0,32	-0,0138164 -0,03	-0,0068967 -0,02
Y	0,001046 0,13	0,0079478 0,86	,0101389** 2,29
Y ²	-2,54e-08 -0,09	-1,38e-07 -0,38	-2,62e-07*** -1,77
EM	-0,0012699 -0,43	-0,0050167 -0,54	-0,0056068 -1,49
Constante	1,432,853** 2,08	-2,450,164 -0,07	1,947,014* 3,58
R ²	0,4900	0,7988	0,7829
Observações	31	31	31
Teste F (Chow)		19,91*	
Teste de Breush e Pagan			6,79*
Teste de Hausman			0,65

*: denota significância a 1%.

**: denota significância a 5%.

***: denota significância a 10%.

Nota: Para os modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios é reportado o R² “within groups”.

Tabela 3.7 - Estatística descritiva para o Amazonas

Variável		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Desmat	total	32,34452	34,99337	0	158
	between		16,80633	18,78	91,06
	within		30,75288	-20,95548	115,0245
Pop	total	47332,54	183766,2	3527	1592555
	between		184484,1	6540,4	1469295
	within		13275,08	-136121,1	170592,9
CR	total	1788060	8426339	1303,58	1,01e+08
	between		4994386	1579,86	3,38e+07
	within		6214058	-2,95e+07	6,95e+07
GA	total	470894	1440534	0	1,37e+07
	between		1298002	0	1,01e+07
	within		461455	-3740267	3983136
GT	total	554958,2	2783815	0	4,27e+07
	between		1398213	0	1,03e+07
	within		2365273	-9699506	3,30e+07
Rb	total	74437,33	139444,4	356	1244553
	between		138024,6	383,6	1047328
	within		25309,04	-126755,7	271662,3
IPT	total	1,135128	0,3974959	0,7091689	3,859578
	between		0,30085	0,8730795	2,976546
	within		0,2620379	-0,8396846	2,524873
PS	total	0,0154056	0,0631152	0	0,3333333
	between		0,0597847	0	0,2890354
	within		0,0213445	-0,1845944	0,1487389
IPP	total	15,8426	60,14133	0,0178509	638,5292
	between		27,96748	0,2711678	146,7353
	within		53,06171	-126,476	507,6365
Y	total	10696,76	10511,86	67,42	53847,98
	between		9464,379	2055,644	47076,64
	within		4699,381	-7663,031	25986,13
EM	total	13926,17	23686,09	0	99450
	between		23797,43	0	96164
	within		1429,697	4684,374	21810,77

Fonte: Calculado a partir de IBGE (2000 – 2004), Banco Central do Brasil (2000 - 2004), Brasil (2000 – 2004) e INPE (2006)

Tabela 3.8 - Resultados dos modelos estimados para o Amazonas

Variável	Modelo		
	Regressão Pooled	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
Pop	-0,001224** (-2,15).	0,001389 (1,38).	0,0004401 (1,52).
CR	-0,00000322 (-0,35).	6,75E-06* (2,67).	0,00000748* (2,88).
GA	0,0000782 (1,62).	-3,6E-06 (-0,25).	-0,0000119 (-1,14).
GT	-0,00000954 (-0,9).	5,56E-06 (1,06).	0,000000552 (0,24).
Rb	0,0016258* (2,72).	-0,00018 (-0,77).	-0,0001201 (-0,51).
IPT	152,2158** (2,3).	5,277714 (0,26).	7,092374 (0,33).
PS	693,8965 (1,62).	-846,025 (-1,19).	30,67599 (0,05).
IPP	0,7911829 (0,72).	-0,11366 (-0,54).	-0,1056512 (-0,48).
Y	0,0197703*** (1,68).	0,011242* (3,43).	0,0148644* (4,82).
Y ²	-0,000000275 (-1,06).	-5,6E-08 (-0,89).	-0,000000111*** (-1,78).
EM	0,0055274* (3,91).	0,018843* (2,85).	0,005894** (2,2).
Constante	110,9574 (1,03).	262,3084* (2,26).	387,748* (5,34).
R ²	0,3916	0,5455	0,5063
Observações	124	124	124
Teste F (Chow)		95,71*	
Teste de Breush e Pagan			118,75*
Teste de Hausman			3,58

*: denota significância a 1%.

**: denota significância a 5%.

***: denota significância a 10%.

Nota: Para os modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios é reportado o R² “within groups”.

Tabela 3.9 - Estatística descritiva para o Maranhão

Variável		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Desmat	total	23,7939	49,9415	0	538,2
	between		42,81831	0	351,06
	within		25,77928	-189,6061	223,5939
Pop	total	26481,71	67960,49	3392	959124
	between		67992,89	4008,6	906757,6
	within		3150,723	-24833,89	78848,11
CR	total	972616,8	2684895	500	3,67e+07
	between		2073382	4000	2,10e+07
	within		1544435	-1,01e+07	2,12e+07
GA	total	90285,85	261618,6	0	3691716
	between		215487,7	0	2782365
	within		86156,02	-562781,6	999637,2
GT	total	719716,8	4154486	0	6,93e+07
	between		3392969	0	4,60e+07
	within		1200194	-1,40e+07	2,40e+07
Rb	total	88927,6	79246,86	6706	641219
	between		78603,62	6940	624453,8
	within		11271,26	-104604,8	160225,2
IPT	total	1,412987	0,6657795	0,3172656	8,388838
	between		0,476603	0,6669702	5,466524
	within		0,4658858	-2,92502	4,335301
PS	total	0,034203	0,1254044	0	0,6999825
	between		0,1053874	0	0,4707344
	within		0,0683053	-,2004623	0,5705667
IPP	total	4,152163	16,96496	0	278,3968
	between		8,956055	0	67,82591
	within		14,47377	-62,78328	219,1862
Y	total	47284,34	279306,5	3689,43	3951822
	between		279539	4352,852	3859764
	within		13877,79	-141666,4	255135,7
EM	total	1939,298	8653,904	0	116036
	between		8306,478	0	95344,4
	within		2485,416	-32099,1	26390,9

Fonte: Calculado a partir de IBGE (2000 – 2004), Banco Central do Brasil (2000 - 2004), Brasil (2000 – 2004) e INPE (2006)

Tabela 3.10 - Resultados dos modelos estimados para o Maranhão

Variável	Modelo		
	Regressão Pooled	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
Pop	-0,0064602* (-2,96).	0,0073816* (5,65).	0,0056796* (5,56).
CR	0,0000712* (4,07).	0,0000102* (3,71).	0,00000888* (3,2).
GA	-0,0005526*** (-1,81).	-0,0000342 (-0,92).	-0,0000412 (-1,06).
GT	0,0000961*** (1,87).	0,00000209 (0,38).	0,00000477 (0,85).
Rb	0,0017849* (3,9).	0,0019185* (6,84).	0,0016631* (6,05).
IPT	124,2274* (2,75).	31,30185* (4,48).	35,72004* (4,92).
PS	-1565,232* (-5,6).	-99,7723** (-1,98).	-102,8696*** (-1,96).
IPP	-7,454521** (-2,38).	0,0780915 (0,23).	0,0230923 (0,06).
Y	0,0072025* (5,91).	0,0013377* (3,44).	0,0014377* (3,83).
Y ²	-1,69E-09* (-5,94).	-1,14E-09* (-4,99).	-7,75E-10* (-5,75).
EM	0,0070074** (2,01).	-0,0040075 (-1,34).	-0,001403 (-0,52).
Constante	22,75396 0,26	12,2885 (0,34).	15,56491 (0,27).
R ²	0,3444	0,4985	0,4885
Observações	531	531	531
Teste F (Chow)		371,58*	
Teste de Breush e Pagan			870,4*
Teste de Hausman			5,55

*: denota significância a 1%.

**: denota significância a 5%.

***: denota significância a 10%.

Nota: Para os modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios é reportado o R² “within groups”.

Tabela 3.11 - Estatística descritiva para Mato Grosso

Variável		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Desmat	total	70,62734	82,01249	0	687,9
	between		68,22744	0	367,26
	within		45,80278	-168,133	391,2674
Pop	total	19030,64	48728,5	1066	524666
	between		48394,69	1142	497253,4
	within		2501,577	-17959,76	46443,24
CR	total	1,47e+07	2,75e+07	1479	2,12e+08
	between		2,38e+07	97634,93	1,45e+08
	within		1,35e+07	-6,32e+07	9,87e+07
GA	total	143806,9	269195,1	0	4330681
	between		189268,9	0	1351619
	within		180037,4	-1007340	3122869
GT	total	946999,5	1374738	0	1,16e+07
	between		1053545	5649,48	5229580
	within		817753,7	-3734325	7901384
Rb	total	308654,3	645664,1	7812	7020622
	between		636293,7	14453,75	6724590
	within		87443,83	-368026,9	912534,1
IPT	total	1,674866	2,164853	0	33,50541
	between		1,810189	1,022507	21,62584
	within		1,196094	-18,76393	13,55444
PS	total	0,255155	0,2436856	0	0,7900255
	between		0,1572582	0	0,4442002
	within		0,1865344	-0,1086443	0,8018784
IPP	total	4,029466	14,35994	0	184,4837
	between		11,65575	0	117,855
	within		10,16768	-99,28663	113,8248
Y	total	113758	313947,3	1985,5	3572360
	between		310799,8	3701,87	3413834
	within		29229,5	-37469,78	354007
EM	total	18904,62	46030,34	0	388113
	between		41527,58	0	272387,6
	within		20104,51	-146747	203834

Fonte: Calculado a partir de IBGE (2000 – 2004), Banco Central do Brasil (2000 - 2004), Brasil (2000 – 2004) e INPE (2006)

Tabela 3.12 - Resultados dos modelos estimados para o Mato Grosso

Variável	Modelos		
	Regressão Pooled	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
Pop	0,0088061 1,54	0,007701** 2,09	0,004918*** 1,81
CR	4,04E-06 0,99	1,08E-06 1,24	1,74E-06** 2,25
GA	0,0003935** 1,99	0,000061*** 1,81	6,93E-05** 2,04
GT	0,0001185** 2,48	4,22E-06 0,53	2,01E-06 0,25
Rb	0,0002028** 2,51	0,000207* 2,95	0,000216* 3,31
IPT	-17,48015 -0,65	4,381389 0,76	4,253393 0,73
PS	32,04365 0,13	390,7206* 9,16	396,7605* 9,26
IPP	-10,57767* -3,25	0,129915 0,23	0,037805 0,07
Y	-0,0018899 -1,13	0,000297 0,61	-7,8E-05 -0,18
Y ²	8,39E-11 0,3	-2,14E-10 -1,34	-1,61E-10 -1,21
EM	0,0064813* 6,21	-4,8E-05 -0,17	6,13E-05 0,22
Constante	970,6077* 9,69	915,5295* 10,5	954,3774* 8,32
R ²	0,1562	0,4121	0,4086
Observações	505	505	505
Teste F (Chow)		267,56*	
Teste de Breush e Pagan			764,45*
Teste de Hausman			0,51

*: denota significância a 1%.

**: denota significância a 5%.

***: denota significância a 10%.

Nota: Para os modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios é reportado o R² “within groups”.

Tabela 3.13 - Estatística descritiva para Pará

Variável		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Desmat	total	76,47275	159,4989	0	2089,2
	between		139,7291	0	1377,18
	within		77,18701	-399,307	1596,493
Pop	total	45070,56	116345,9	2910	1386482
	between		116504,6	3492,6	1311207
	within		6251,968	-65781,64	120345,4
CR	total	2598064	4073978	1000	3,04e+07
	between		3200557	12524,35	1,82e+07
	within		2431616	-7223822	1,73e+07
GA	total	281240,6	462364	0	5208690
	between		350969,8	0	3300925
	within		238201,5	-2902684	2189007
GT	total	884634,3	2433090	0	2,95e+07
	between		1648915	0	1,49e+07
	within		1532093	-8925964	2,05e+07
Rb	total	212425,5	265868,9	5392	2507348
	between		243803,5	5606,8	1648081
	within		107606,3	-429768,9	2136723
IPT	total	1,358927	0,6036756	0	5,428412
	between		0,4161228	0,3842194	3,772049
	within		0,438463	-0,3746026	4,256748
PS	total	0,0340481	0,1238275	0	0,7307692
	between		0,098714	0	0,5480487
	within		0,0751225	-0,3239224	0,5540792
IPP	total	28,6765	135,8343	0	2596,311
	between		74,39719	0	752,697
	within		112,6433	-723,407	1872,29
Y	total	32890,45	35622,97	847,52	310667,8
	between		34437,21	1081,892	260564,3
	within		9471,965	-28808,91	122848
EM	total	74240,12	167543,3	0	1500000
	between		162939,4	0	1140000
	within		40868,62	-488799,9	434240,1

Fonte: Calculado a partir de IBGE (2000 – 2004), Banco Central do Brasil (2000 - 2004), Brasil (2000 – 2004) e INPE (2006)

Tabela 3.14 - Resultados dos modelos estimados para Pará

Variável	Modelos		
	Regressão Pooled	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
Pop	-0,0006544 (-0,64).	-0,0001055 (-0,03).	0,0013891 (0,8).
CR	0,0001374* (8,85).	0,0000293* (4,79).	0,000034* (4,98).
GA	0,0001427 (1,14).	7,99E-08 (0).	0,0000324 (0,52).
GT	-0,0000394 (-1,41).	0,0000153 (1).	0,00000654 (0,39).
Rb	0,0002709 (1,04).	0,0004074* (3,13).	0,0004397* (3,11).
IPT	83,16399 (0,93).	201,5026* (5,28).	171,886* (4,01).
PS	-2355,687* (-5,31).	66,45606 (0,35).	-120,0315 (-0,56).
IPP	-1,030556*** (-1,93).	0,2014439 (1,05).	0,0667604 (0,3).
Y	0,0349417* (9,87).	0,0003996 (0,12).	0,015581* (4,99).
Y ²	-3,32E-08 (-2,42).	1,03E-08 (0,91).	-2,18E-08*** (-1,91).
EM	-0,0007795** (-2,18).	0,0000553 (0,15).	0,0002538 (0,73).
Constante	-104,9196 (-0,7).	1009,036* (5,71).	323,4351** (2,33).
R ²	0,6768	0,2813	0,2381
Observações	428	428	428
Teste F (Chow)		40,93*	
Teste de Breush e Pagan			387,42*
Teste de Hausman			7,97

*: denota significância a 1%.

**: denota significância a 5%.

***: denota significância a 10%.

Nota: Para os modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios é reportado o R² “within groups”.

Tabela 3.15 - Estatística descritiva para Rondônia

Variável		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Desmat	total	73,92846	60,08681	1,5	398
	between		47,22291	25,68	251,06
	within		37,61464	-28,1115	284,9285
Pop	total	27666,02	49717,14	2319	380884
	between		49871,13	2524,8	347895,6
	within		3782,477	-5704,581	60654,42
CR	total	4665188	5678917	40000	3,88e+07
	between		4324583	467595,2	1,85e+07
	within		3697633	-6803008	2,50e+07
GA	total	255558,3	481892,6	0	3260304
	between		374201,7	0	1888004
	within		292239,5	-1037993	2142669
GT	total	769631,3	1203001	0	9048884
	between		848799	43499,32	3590134
	within		837948,6	-1749213	6505558
Rb	total	259733,9	203372,6	27298	1841482
	between		177720,9	75121,6	1114246
	within		101308,9	-471489,1	986969,9
IPT	total	1,504338	0,6580916	0,3690553	3,228662
	between		0,416286	0,5488031	2,117648
	within		0,5123152	0,499511	2,623108
PS	total	0,069915	0,1877012	0	0,6511111
	between		0,1510922	0	0,4762499
	within		0,1129401	-0,3612752	0,5899149
IPP	total	36,51071	178,992	0,0276152	2244,759
	between		86,03989	0,2431549	485,2535
	within		157,0133	-444,7388	1796,016
Y	total	17704,23	14448,25	2784,8	80470,72
	between		12049,78	3696,594	59076,64
	within		8111,543	-17431,19	54919,92
EM	total	23823,5	60922,77	0	406781
	between		43118,63	50,2	202379,6
	within		43371,43	-173596,1	277001,5

Fonte: Calculado a partir de IBGE (2000 – 2004), Banco Central do Brasil (2000 - 2004), Brasil (2000 – 2004) e INPE (2006)

Tabela 3.17 - Resultados dos modelos estimados para Rondônia

Variável	Modelos		
	Regressão Pooled	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
Pop	0,00661* (9,97).	0,0089911* (4,97).	0,0096095* (11,1).
CR	0,00000771 (1,44).	0,0000133* (6,21).	0,0000135* (5,87).
GA	0,0001453** (2,33).	0,0000621* (2,93).	0,0000699* (2,87).
GT	0,0000112 (0,45).	0,000000527 (0,07).	0,00000454 (0,5).
Rb	0,0011141* (7,01).	0,0001564** (2,41).	0,0002372* (3,21).
IPT	-169,7779* (-4,27).	70,55484* (4,95).	52,32447* (3,22).
PS	338,3947* (2,62).	150,206** (2,54).	159,8979** (2,39).
IPP	-0,0691614 (-0,51).	-0,0262654 (-0,67).	-0,0303157 (-0,67).
Y	0,0339075* (5,21).	-0,0006014 (-0,24).	0,0032406 (1,19).
Y ²	-0,000000391* (-4,54).	4,05E-08 (1,41).	1,03E-09 (0,03).
EM	0,0004516 (0,62).	-0,0001921 (-0,72).	-0,0002906 (-0,99).
Constante	636,3909* (7,88).	890,7598* (14,08).	805,8611* (13,34).
R ²	0,8254	0,6957	0,6857
Observações	216	216	216
Teste F (Chow)		59,99*	
Teste de Breush e Pagan			149,85*
Teste de Hausman			6,07

*: denota significância a 1%.

**: denota significância a 5%.

***: denota significância a 10%.

Nota: Para os modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios é reportado o R² “within groups”.

Tabela 3.18 - Estatística descritiva para Roraima

Variável		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Desmat	total	27,532	30,38036	0	106,7
	between		13,40537	0,94	51,78
	within		27,44041	-1,908	100,152
Pop	total	22619,55	51062,49	2885	236319
	between		52156,42	4882,6	210352,4
	within		5841,946	-16371,85	48586,15
CR	total	1196676	1620859	5143,05	8419668
	between		987300,7	188221,9	3678198
	within		1281805	-1081660	5938146
GA	total	211442,4	475215,3	0	2568397
	between		283964,9	3505,732	994354,5
	within		377626,8	-782912,1	2196570
GT	total	263125,2	906992,1	0	5410022
	between		715278,8	0	2803230
	within		527703,7	-1909435	2869917
Rb	total	105129,2	109989,3	9400	524000
	between		112354	10326	466936
	within		12513,22	32393,2	162193,2
IPT	total	1,072	0,0923543	0,872566	1,272516
	between		0,0513928	0,9399028	1,136519
	within		0,0776586	0,9354812	1,242002
PS	total	0,0357361	0,1515728	0	0,6700758
	between		0,0613416	0	0,1340152
	within		0,1393374	-0,098279	0,5717967
IPP	total	6,399451	14,31226	0,0247592	52,65951
	between		9,311791	0,2685461	28,85483
	within		10,95627	-21,82972	47,19545
Y	total	2950,48	1593,44	280,28	6078,92
	between		1580,896	325,244	5405,334
	within		418,2254	2014,154	4082,23
EM	total	4887,467	8536,71	0	47000
	between		5652,76	0	17176
	within		6530,617	-11408,53	34711,47

Fonte: Calculado a partir de IBGE (2000 – 2004), Banco Central do Brasil (2000 - 2004), Brasil (2000 – 2004) e INPE (2006)

Tabela 3.19 - Resultados dos modelos estimados para Roraima

Variável	Modelos		
	Regressão Pooled	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
Pop	-0,0004475 (-0,15).	-0,0078387** (-2,16).	-0,0004475 (-0,15).
CR	-0,0000729 (-1,48).	-0,00000974 (-0,91).	-0,0000729 (-1,48).
GA	-0,00000215 (-0,02).	0,0000362*** (1,91).	-0,00000215 (-0,02).
GT	0,0000301 (0,38).	0,0000311 (1,73).	0,0000301 (0,38).
Rb	0,000287 (0,2).	0,0051164** (2,53).	0,000287 (0,2).
IPT	470,8377 (0,57).	241,3436 (1,57).	470,8377 (0,57).
PS	86,70355 (0,27).	-90,28816 (-1,4).	86,70355 (0,27).
IPP	1,569598 (0,51).	0,555716 (0,87).	1,569598 (0,51).
Y	0,5384249** (2,22).	0,0380057 (0,49).	0,5384249** (2,22).
Y ²	-0,0000993** (-2,6).	-0,0000133 (-1,22).	-0,0000993* (-2,6).
EM	0,0180281* (2,96).	0,0052349* (3,82).	0,0180281* (2,96).
Constante	-645,0113 (-0,59).	-166,8123 (-0,69).	-645,0113 (-0,59).
R ²	0,5983	0,7884	0,3604
Observações	39	39	39
Teste F (Chow)		103,33*	
Teste de Breush e Pagan			13,58*
Teste de Hausman			6,19

*: denota significância a 1%.

**: denota significância a 5%.

***: denota significância a 10%.

Nota: Para os modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios é reportado o R² “within groups”.

Tabela 3.20 - Estatística descritiva para Tocantins

Variável		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Desmat	total	17,40245	34,71309	0	366
	between		26,42362	0	181,54
	within		22,60123	-78,9376	201,8624
Pop	total	8700,459	18210,47	697	187639
	between		18182,78	929,2	161007
	within		1706,897	-19107,54	35332,46
CR	total	2236564	3141947	2366,04	2,42e+07
	between		2491637	14597,24	1,14e+07
	within		1889795	-5422561	1,52e+07
GA	total	115901,9	328490,2	0	6162523
	between		186531,8	0	1573422
	within		270831,4	-1414249	4705002
GT	total	366769	1046971	0	1,90e+07
	between		662534	1980	7116340
	within		768104,1	-5097935	1,22e+07
Rb	total	76921,9	70527,68	4472	601953
	between		69195,35	5447,4	555626,6
	within		14620,33	-1324,701	215555,1
IPT	total	1,533864	0,5667975	0,518558	5,563143
	between		0,2469533	0,860644	2,861121
	within		0,5105144	-0,3252488	4,641552
PS	total	0,1262778	0,2216963	0	0,72
	between		0,1548393	0	0,4691145
	within		0,1590982	-,2223834	0,7022778
IPP	total	4,939233	55,51211	0	1332,387
	between		30,0972	0	337,9158
	within		47,68982	-330,2765	999,4103
Y	total	2665,684	3003,863	128,13	31787,66
	between		2863,462	232,116	22480,05
	within		933,2947	-4390,673	12212,35
EM	total	628,8705	1040,039	0	6500
	between		1030,608	0	6000
	within		160,1561	-671,1295	1628,871

Fonte: Calculado a partir de IBGE (2000 – 2004), Banco Central do Brasil (2000 - 2004), Brasil (2000 – 2004) e INPE (2006)

Tabela 3.21 - Resultados dos modelos estimados para Tocantins

Variável	Modelos		
	Regressão Pooled	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
Pop	0,0014229 1,13	-0,0000312 -0,02	0,0018223 1,63
CR	-0,00000115 -0,11	-0,00000373** -2,28	-0,00000362** -2,13
GA	-0,00000658 -0,11	0,0000126 1,52	0,00000917 1,07
GT	-0,0000252 -1,2	-0,00000319 -1	-0,00000969 -0,31
Rb	0,005453* 9,53	0,0006872* 3,18	0,0010642* 4,9
IPT	-11,99928 -0,29	33,02875* 5,18	29,08547* 4,4
PS	-278,3713* -2,59	-2,974526 -0,16	-7,421593 -0,39
IPP	0,4164931 1,37	-0,0352793 -0,76	-0,0294263 -0,61
Y	-0,0980547* -3,99	-0,009721*** -1,71	-0,0112104*** -1,9
Y ²	0,00000208* 2,66	0,000000394** 2,52	0,000000419* 2,58
EM	0,0262903 1,37	-0,064765* -5,1	-0,0485809* -3,93
Constante	99,25371 1,42	241,7246* 11,25	175,9345* 4,43
R ²	0,2946	0,2403	0,2245
Observações	484	484	484
Teste F (Chow)		287,74*	
Teste de Breush e Pagan			738,28*
Teste de Hausman			30,34

*: denota significância a 1%.

**: denota significância a 5%.

***: denota significância a 10%.

Nota: Para os modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios é reportado o R² “within groups”.

ANEXO B – Dados do Capítulo 4

Tabela 4.1 - PIB Total, PIB do Agronegócio e de seus componentes e a relação da participação do PIB do Agronegócio/ participação do PIB da Agropecuária

Estados	PIB Total	PIB Agronegócio	Insumos Não Agrícolas	Agropecuária	Indústria	Distribuição	Insumos Agrícolas	Total dos Insumos	Participação do PIB Agropecuário no PIB do Agronegócio
Acre	865	174	6	39	49	79	6	12	4,43
Amapá	905	115	5	45	10	54	4	9	2,53
Amazonas	9566	1385	134	214	753	284	25	159	6,48
Pará	9299	4719	122	2189	918	1491	287	409	2,16
Rondônia	2759	1045	35	461	175	374	81	116	2,27
Roraima	448	48	3	18	4	23	5	7	2,64
Tocantins	1107	510	29	202	57	221	23	52	2,52
Maranhão	4285	1724	50	735	263	676	45	95	2,34
Mato Grosso	6469	3257	195	1356	566	1140	278	472	2,40
Norte	24950	7996	335	3169	1965	2526	430	765	2,52
Amazônia	35703	12977	579	5259	2795	4342	754	1331	2,47
Brasil	531135	141201	6494	39650	46335	48722	5816	12309	3,56

Fonte: Guilhoto (2004)

Tabela 4.2 - Valor do PIB agropecuário quando o uso da terra é restrito (R\$)

Estado	PIB Oficial	PIB estimado com 100% da terra utilizada	PIB estimado para 80% de mata *
Amapá	127.851.4000	177.836.200	174.800.500
Maranhão	1.381.605.000	1.416.081.000	1.186.724.000
Pará	2.256.748.000	2.193.323.000	2.144.374.000
Rondônia	641.476.000	707.018.400	602.468.700
Roraima	115.950.000	121.330.800	77.815.130

* O cálculo considerou somente a restrição da terra, a quantidade dos demais fatores de produção são determinados (por meio do software Lingo 11.0) de tal forma que o PIB alcance o ponto de máximo.

Tabela 4.3 - Componentes do IDH-M e IDH-M para os estados selecionados

Estado	Índice renda		IDH-M			
	Sem restrição do uso da terra	Com restrição do uso da terra	Índice Educação	Índice Longevidade	Sem restrição do uso da terra	Com restrição do uso da terra
Amapá	0,804	0,803	0,812	0,687	0,767	0,767
Maranhão	0,576	0,565	0,646	0,578	0,600	0,596
Pará	0,715	0,714	0,757	0,678	0,716	0,716
Rondônia	0,714	0,705	0,772	0,659	0,715	0,712
Roraima	0,679	0,650	0,802	0,656	0,712	0,702