

**Os principais fatores do desmatamento na Amazônia  
(2002-2007) – uma análise econométrica e espacial.**

**Renato Prado dos Santos  
Dissertação de Mestrado**

**Brasília – DF, abril de 2010**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**Os principais fatores do desmatamento na Amazônia (2002-2007) –  
uma análise econométrica e espacial**

Renato Prado dos Santos

Orientador: José Augusto L. Drummond

Dissertação de Mestrado

Brasília, abril de 2010

Santos, Renato Prado

**Os principais fatores do desmatamento na Amazônia (2002-2007) – uma análise econométrica e espacial.**

Brasília, 2010.

129 p. : il.

Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.

1. Desmatamento na Amazônia Legal. 2. Econometria espacial aplicada. 3. Análise espacial. 4. Atividade agropecuária. 5. População e setor madeireiro.

II. Título

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias, somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Assinatura

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**Os principais fatores do desmatamento na Amazônia (2002-2007) –  
uma análise econométrica e espacial**

Renato Prado dos Santos

Dissertação de Mestrado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão Ambiental, opção Acadêmica.

Aprovado por:

---

José Augusto L. Drummond (Professor Adjunto do CDS-UnB)  
(Orientador)

---

Thomas Ludewigs (Professor Adjunto do CDS-UnB)  
(Examinador Interno)

---

Gustavo Macedo de Mello Baptista (Professor Adjunto do IG-UnB)  
(Examinador externo)

Brasília, 23 de abril de 2010

## DEDICATÓRIA

*À Carla, Melissa, Marcela e Claudia  
Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e sempre ao Deus Uno e Trino – Pai, Filho e Espírito Santo, pela saúde minha e dos meus, pelas oportunidades e pelo amor derramado. E à Maria Nossa Mãe, que se faz solícita como boa mãe que é, quando dela precisamos.

Agradecimentos ao meu orientador José Augusto Drummond, que ao longo desta rica jornada soube me conduzir na dissertação de modo energético e constante, mas coerente com a o alcance da pesquisa e das minhas capacidades. Também agradeço ao pesquisador do IPEA e professor Pedro Melo e ao professor Eraldo Matricardi, da Engenharia Florestal da UnB, que me apoiaram nas análises econométricas.

Reconheço a importância dos autores citados e dos amigos e conhecidos que me incentivaram no decorrer do mestrado. Dentre vários, registro agradecimentos a Adalberto Veríssimo, Adriana Bayma, Alfredo Homma, André Lobo, Bertha Becker, Brent Millikan, Camila Rodrigues, Carolina Mendonça, Dalton Valeriano, Daniel Nepstad, Daniel Turi, David Kaimowitz, Donald Sawyer, Doris Obrer, Eduardo Dalcin, Eduardo Girardi, Eduardo Velez, Eithne Bhraonáin, Emerson Oliveira, Eugênio Arima, Evângelos Papathanassíu, Fabiano Toni, Fábio França, Felipe Abirached, Fernando Scárdua, Gilberto Câmara, Gilberto Schittini, Gustavo Machado, Helena Pavese, João de Deus Medeiros, José Arbex Junior, José Augusto Pádua, José Luiz Franco, Ken Chomitz, Luc Anselin, Luis Aragón, Manoel Melo, Marcellus Caldas, Marcelo Marquesini, Marcos Lentini, Marcos Rosa, Marilú Tatagiba, Matthew Hansen, Maurício Amazonas, Maurício Boratto, Maurício Mercadante, Mauro Pires, Paulo Barreto, Peter May, Phillip Fearnside, Robert Schneider, Roberto Smeraldi, Rodolfo Prates, Rogério Furtado, Rogério Vereza, Roseli Senna Ganem, Sérgio Margulis, Tereza Urban, Thelma Krug, Walda Veloso e a todos meus queridos irmãos, irmãs e parentes.

Nas pessoas de Elimar Nascimento e Vanessa Castro, agradeço aos professores do CDS pelas lições acadêmicas e de vida. Nas pessoas de Antonio Juliano e Cristiane Aguiar, agradeço aos amigos e colegas pelo companheirismo e amizade manifesta ao longo da jornada de mestrado, que Deus ilumine e guarde a todos.

Nas pessoas de Fábio França e Mauro Pires, agradeço ao Departamento de Áreas Protegidas e ao Departamento de Prevenção e Controle ao Desmatamento do Ministério do Meio Ambiente pelo incentivo à pesquisa. Agradeço ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais pelo acesso irrestrito aos dados relevantes à minha pesquisa. Finalmente, nas pessoas de Cristovam Buarque e Ignacy Sachs, agradeço pela existência do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, que consolidou em mim uma visão de uma realidade complexa e (s)urgente, mas possível e sustentável.

“Ei meus amigos,  
Um novo momento precisa chegar,  
Eu sei que é difícil começar tudo de novo,  
Mas eu quero tentar.”

*(Belchior, Clamor no deserto, 1983)*

## RESUMO

A presente dissertação identificou os fatores que guardam maior correlação estatística com as taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal, no período compreendido entre os anos de 2002 e 2007, os processos de territorialização, desterritorialização e reterritorialização (TDR) passíveis de identificação com os dados utilizados e a descrição analítica das políticas públicas de controle e combate ao desmatamento. Partindo primeiramente da definição inequívoca de uma região geográfica para a análise e do conceito do desmatamento a ser empregado, a identificação dos fatores começou por um conjunto de variáveis independentes encontradas na revisão bibliográfica, que foram priorizadas por meio de análises econométricas. A identificação dos processos de TDR foi alcançada pela espacialização em Sistema de Informações Geográficas (SIG) das variáveis de maior correlação com as taxas de desmatamento. Os resultados mais pertinentes da análise econométrica indicam que a pecuária continua a ser um forte elemento explicativo do desmatamento para toda a Amazônia Legal, seguido muito de perto pelos fatores populacionais e com maior distanciamento pela área plantada de soja. A análise espacial em SIG demonstrou que a expansão da fronteira amazônica está em plena marcha, dada a mobilidade das atividades agropecuárias e da ocupação humana. A análise SIG também demonstra que o desmatamento continua a abrir novas frentes de devastação, à exemplo da calha norte do Amazonas. A descrição analítica das políticas públicas demonstrou que elas têm formas diferenciadas de inserção na agenda governamental e de implementação. Elas apresentaram melhorias técnicas à medida que o tempo avançou, mas ainda carecem seriamente de metas claras e verificáveis e de instrumentos de análise objetiva.

Palavras-chave: desmatamento na Amazônia Legal / econometria espacial aplicada / análise espacial / políticas públicas / agropecuária / população / setor madeireiro

## **ABSTRACT**

This work identified the factors of higher statistical correlation with the annual deforestation rates in the Amazon during the period between 2002 and 2007, the processes of territorialization, deterritorialization, and reterritorialization (TDR) which can be identified with the data used and analytical description of public policies to control and fight against deforestation. Starting the first clear definition of one geographical region for the analysis and the concept of deforestation to be used, identification of factors initiated by a set of independent variables found in the literature, which was prioritized by econometric analysis. The identification of TDR processes was achieved by spatialization in Geographical Information System (GIS) of the variables of higher correlation with deforestation rates. The most relevant results of the econometric analysis indicate that cattle continues as a strong explanation for the deforestation throughout the Amazon region, followed closely by the population factors and greater distance on soybean acreage. The GIS spatial analysis showed that deforestation continues to open new fronts of devastation, the example of the northern channel of the Amazon. The analytical description of the policies shows that they have different ways of entering the government agenda and the implementation, had technical improvements as time progressed, but still severely lacking clear targets and verifiable and objective analysis tools.

Key words: Deforestation in the legacy Amazon. Spatial econometrics applied. Spatial analysis. Public policy, agricultural and cattle activity, population and the logging industry.

## RESUMÉ

Ce travail a identifié les facteurs de meilleure corrélation statistique avec les taux annuels de déboisement de l'Amazonie au cours de la période comprise entre 2002 et 2007, les processus de territorialisation, déterritorialisation, et reterritorialisation (TDR) qui peuvent être identifiés avec les données utilisées et la description analytique des politiques publiques de contrôle et de lutte contre la déforestation. Démarrage de la définition claire d'abord une région géographique pour l'analyse et le concept de la déforestation à être utilisé, l'identification des facteurs initié par un ensemble de variables indépendantes dans la littérature, qui ont été priorisés par l'analyse économétrique. Le processus d'identification a été réalisée par le TDR dans le système d'information géographique (SIG) des variables les plus corrélées avec des taux de déforestation. Les résultats les plus pertinents de l'analyse économétrique montrent que l'élevage se poursuit comme une explication solide à la déforestation dans toute la région de l'Amazonie, suivi de près par les facteurs de population et une plus grande distance sur la superficie en soya. L'analyse spatiale montre aussi que la déforestation continue à ouvrir de nouveaux fronts de la dévastation, l'exemple du chenal nord de l'Amazonie. La description analytique des politiques montre qu'ils ont des manières différentes d'entrer dans l'agenda du gouvernement et la mise en œuvre des améliorations techniques qui ont progressé au fil du temps, mais toujours manque cruellement d'objectifs clairs et vérifiables et des outils d'analyse objective.

Mots clés: déforestation en Amazonie. Économétrie spatiale appliquée. L'analyse spatiale. Les politiques publiques, l'activité agricole, la population et l'industrie forestière.

## RESUMEN

Este trabajo identifica los factores de correlación estadística con la mayor tasa anual de deforestación en la Amazonía durante el período comprendido entre 2002 y 2007, los procesos de territorialización, desterritorialización y reterritorialización (TDR), que puede ser identificada con los datos utilizados y la descripción analítica de las políticas públicas para el control y lucha contra la deforestación. A partir de la primera definición clara de una región geográfica para el análisis y el concepto de la tala de deforestación a ser utilizado, la identificación de los factores iniciado por un conjunto de variables independientes en la literatura, los cuales fueron priorizados por el análisis econométrico. El proceso de identificación se logró por el TDR en el sistema de información espacial (GIS) de las variables más correlacionadas con las tasas de deforestación. Los resultados más relevantes del análisis econométrica indican que el ganado se mantiene como una explicación de la fuerte deforestación en toda la región amazónica, seguida de cerca por los factores de población y una mayor distancia en la superficie de soja. El análisis espacial también muestra que la deforestación continúa a abrir nuevos frentes de devastación, el ejemplo del canal norte de la Amazonía. La descripción analítica de las políticas muestra que tienen diferentes maneras de entrar en la agenda del gobierno y la aplicación de mejoras técnicas que han progresado con el tiempo, pero todavía una grave escasez de objetivos claros y verificables y herramientas de análisis objetivo.

Palabras clave: Deforestación en la Amazonía. Econometría espacial aplicada. El análisis espacial. Las políticas públicas, la actividad agrícola y ganado, la población y la industria maderera.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Abrangência da Pan-Amazônia na América do Sul. Escala 1:40.000.000.....	29
Figura 2: Abrangência da Amazônia brasileira segundo o Plano Amazônia Sustentável. Escala 1:35.000.000.....	31
Figura 3: Abrangência da bacia hidrográfica do rio Amazonas. Escala 1:40.000.000.....	32
Figura 4: Abrangência dos biomas brasileiros. Escala 1:50.000.000. ....	34
Figura 5: Abrangência atual da Amazônia Legal (2010). Escala 1:35.000.000.....	36
Figura 6: Abrangência do arco do desflorestamento na Amazônia Legal (2007). Escala 1:35.000.000. .....	42
Figura 7: Etapas do processo de desmatamento na região amazônica.....	43
Figura 8: Abrangência do desmatamento na Amazônia Legal (2002 e 2007).....	45
Figura 9: Fronteiras e pólos madeireiros da Amazônia Legal (2005). ....	78
Figura 10: Denominação no “R” das variáveis usadas na regressão linear. ....	87
Figura 11: Abrangência do efetivo do rebanho bovino na Amazônia Legal (2002- 2007).....	99
Figura 12: Abrangência da área plantada de soja na Amazônia Legal (2002 - 2007).....	101
Figura 13: Abrangência do crescimento populacional na Amazônia Legal (2002 - 2007).....	103
Figura 14: Abrangência da produção de lenha na Amazônia Legal (2002 - 2007).....	105

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores registrados pelo DEGRAD nos Estados da Amazônia Legal (2007 e 2008).....	64
Tabela 2: Síntese* dos valores alcançados nas regressões lineares conjuntas. ....	89
Tabela 3: Regressão linear isolada do efetivo do rebanho bovino. ....	91
Tabela 4: Regressão linear isolada da área plantada de soja. ....	92
Tabela 5: Regressão linear isolada da produção de lenha. ....	93
Tabela 6: Regressão linear isolada do crescimento populacional. ....	94
Tabela 7: Regressão linear conjunta no ano de 2002.....	125
Tabela 8: Regressão linear conjunta no ano de 2003.....	126
Tabela 9: Regressão linear conjunta no ano de 2004.....	127
Tabela 10: Regressão linear conjunta no ano de 2005.....	128
Tabela 11: Regressão linear conjunta no ano de 2006.....	129
Tabela 12: Regressão linear conjunta no ano de 2007.....	130

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Variáveis independentes utilizadas nas análises espaciais e econométricas. ....	80
Quadro 2: Variável dependente utilizada nas análises espaciais e econométricas.....	81

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Taxas e média móvel anual do desmatamento na Amazônia Legal, 1988 – 2009.....	42
Gráfico 2: Dinâmica temporal do desmatamento na Amazônia Legal (2002 e 2007).....	44
Gráfico 3: Efetivos do rebanho bovino na Amazônia Legal e no restante do Brasil (1974 – 2007).....	70
Gráfico 4: Resíduos e interceptos da regressão linear conjunta, ano de 2006. ....	89
Gráfico 5: Efetivo do rebanho bovino nos estados da Amazônia Legal (2002 - 2007).....	100
Gráfico 6: Área plantada de soja nos estados da Amazônia Legal (2002 - 2007).....	102
Gráfico 7: Taxa de crescimento populacional nos estados da Amazônia Legal (2002 - 2007).....	104
Gráfico 8: Produção de lenha nos estados da Amazônia Legal (2002 - 2007).....	106

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABAG** – Associação Brasileira de Agrobusiness
- AC** – Acre
- AL** – Alagoas
- ALICEWEB** – Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior
- ALOS** – *Advanced Land Observing Satellite* (Satélite Avançado de Observação da Terra)
- AM** – Amazonas
- AML** – Amazônia Legal
- ANA** – Agência Nacional de Águas
- ANUALPEC** – Anuário da Pecuária Brasileira
- AP** – Amapá
- APP** – Área de Preservação Permanente
- AVES** – Efetivo da avicultura
- BA** – Bahia
- BASA** – Banco da Amazônia
- BID** – Banco Interamericano de Desenvolvimento
- CARV** – Produção de carvão vegetal
- CBERS** – *China-Brazil Earth Resources Satellite* (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres)
- CCD** – *Coupled Charge Device* (Dispositivo Acoplado de Troca)
- CE** – Ceará
- CEMAM/IBAMA** – Centro de Monitoramento Ambiental do IBAMA
- CETEM** – Centro de Tecnologia Mineral
- CI** – *Conservation International*
- CIFOR** – *Center for International Forestry Research* (Centro Internacional de Desenvolvimento Florestal)
- CNA** – Confederação Nacional de Agricultura e Pecuária do Brasil
- CNAP** – Área plantada de cana-de-açúcar
- CNPD** – Quantidade de cana-de-açúcar produzida
- CNPq** – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- CPOP** – Crescimento populacional
- CPTEC** – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
- DEM** – Democratas (Partido)
- DETER** – Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real
- DF** – Distrito Federal
- DPCD** – Departamento de Políticas de Controle do Desmatamento
- DPOP** – Densidade populacional
- EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
- ES** – Espírito Santo
- FAET** – Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Tocantins

**FAO** – *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação)

**FEMA/MT** – Fundação Estadual de Meio Ambiente do Mato Grosso

**FMA** – Folha do Meio Ambiente

**GADO** – Efetivo do rebanho bovino

**GEF Amazônia** – *Global Environment Outlook Amazonia*

**GNU** – *GNU is Not Unix* (GNU não é UNIX)

**GO** – Goiás

**GOES** – *Geostationary Operational Environmental Satellite* (Satélite Ambiental de Operação Geoestacionária)

**GTA** – Grupo de Trabalho Amazônico

**GTZ** – *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (Cooperação Técnica Alemã)

**HIID** – *Harvard Institute for International Development* (Instituto Harvard para o Desenvolvimento Internacional)

**HRC** – *High Resolution Camera* (Câmera de Alta Resolução)

**IBAMA** – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**ICV** – Instituto Centro de Vida

**IFNP** – Instituto Ferraz Neme Pereira

**IG/UnB** – Instituto de Geociências da UnB

**IMAZON** – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia

**INPE** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**IPAM** – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

**IPEA** – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

**IPEADATA** – Banco de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

**ISA** – Instituto Socioambiental

**KM<sup>2</sup>** - Quilômetros quadrados

**LENHA** – Produção de lenha

**M<sup>3</sup>** – Metros Cúbicos

**MA** – Maranhão

**MAPA** – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**MCT** – Ministério da Ciência e Tecnologia

**MD** – Ministério da Defesa

**MD2FD** – Produção de madeira para fins diversos

**MD2PC** – Produção de madeira em tora para papel e celulose

**MDA** – Ministério do Desenvolvimento Agrário

**MDIC** – Ministério de Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Internacional

**MG** – Minas Gerais

**MIN** – Ministério da Integração Nacional

**MJ** – Ministério da Justiça

**MMA** – Ministério do Meio Ambiente

**MME** – Ministério das Minas e Energia

**MODIS** – *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (Espectroradiômetro Imageador de Resolução Moderada)

**MP** – Medida Provisória

**MPOG** – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

**MRE** – Ministério das Relações Exteriores

**MS** – Mato Grosso do Sul

**MT** – Mato Grosso

**MT** – Ministério dos Transportes

**MTE** – Ministério do Trabalho e Emprego

**NASA** - *National Aeronautics and Space Administration* (Administração Nacional Aérea e Espacial)

**OTCA** – Organização do Tratado de Cooperação Amazônica

**PA** – Pará

**PAC** – Plano de Aceleração do Crescimento

**PAS** – Plano Amazônia Sustentável

**PB** – Paraíba

**PBAG** – PIB municipal agropecuário

**PDISR** – Processamento Digital de Informações de Sensoriamento Remoto

**PE** – Pernambuco

**PEVS** – Produção da extração vegetal e da silvicultura

**PI** – Piauí

**PMDB** – Partido do Movimento Democrático Brasileiro

**PNUD** – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

**POP** – População municipal (recenseada e estimada)

**PPCDAM** – Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal

**PPG7** – Programa Piloto para a Conservação das Florestas Tropicais Brasileiras

**PPM** – Pesquisa da Pecuária Municipal

**PR** – Paraná

**PRDSM** – Produção do setor madeireiro

**PRODES** – Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia

**PV** – Partido Verde

**RAISG** – *Red Amazonica de Informacion Socioambiental Georreferenciada* (Rede Amazônica de Informação Socioambiental Georreferenciada)

**RECANE** – Rede Nacional de Informações sobre o Campo do Nordeste

**REDD** – Redução das Emissões do Desmatamento e da Degradação

**RJ** – Rio de Janeiro

**RN** – Rio Grande do Norte

**RO** – Rondônia

**RR** – Roraima

**s/n.** – Sem Número

**SAD** – Sistema de Alerta de Desmatamento

**SBF** – Secretaria de Biodiversidade e Florestas

**SBS** – Sociedade Brasileira de Silvicultura

**SC** – Santa Catarina

**SCA** – Secretaria de Coordenação da Amazônia

**SE** – Sergipe

**SECEX** – Secretaria Executiva

**SENAR** – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

**SIDRA** – Sistema IBGE de Recuperação Automática de Dados

**SIG** – Sistema de Informações Geográficas

**SIVAM** – Sistema de Vigilância da Amazônia

**SJAP** – Área plantada de soja

**SJPD** – Quantidade de soja produzida

**SLAPR** – Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedade Rural

**SOBER** – Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural

**SP** – São Paulo

**SPRN** – Subprograma de Políticas de Recursos Naturais

**SPVEA** – Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia

**SUDAM** – Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia

**TCU** – Tribunal de Contas da União

**TDR** – Territorialização, Desterritorialização e Reterritorialização

**TM** – *Thematic Mapper* (Mapeador temático)

**TNC** – *The Nature Conservancy*

**TO** – Tocantins

**TON** – Toneladas

**TORA** – Produção de madeira em toras

**UA** – Unidade Animal

**UC** – Unidade de Conservação

**UFMT** – Universidade Federal do Mato Grosso

**UFPA** – Universidade Federal do Pará

**UnB** – Universidade de Brasília

**USDA** – *United States Department of Agriculture* (Ministério da Agricultura dos Estados Unidos)

**USP** – Universidade de São Paulo

**WFI** – *Wide Field Imager* (Imageador de Visada Larga)

**WRI** – *World Resources Institute*

**WWF** – *World Wide Fund for Nature*

**ZEE** – Zoneamento Ecológico-Econômico

**ZFM** – Zona Franca de Manaus

## SUMÁRIO

### LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE TABELAS

### LISTA DE QUADROS

### LISTA DE GRÁFICOS

### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>23</b>
JUSTIFICATIVA .....	24
OBJETIVOS .....	24
REFERENCIAL METODOLÓGICO .....	25
REFERENCIAL TEÓRICO .....	25
CAPÍTULOS DA DISSERTAÇÃO .....	26
<b>CAPÍTULO 1 – A AMAZÔNIA E O DESMATAMENTO</b> .....	<b>28</b>
<b>1 QUAL AMAZÔNIA? A DEFINIÇÃO DE UMA REGIÃO E IMPLICAÇÕES NA ANÁLISE DO DESMATAMENTO</b> .....	<b>28</b>
1.1 A PAN-AMAZÔNIA .....	29
1.2 AMAZÔNIA BRASILEIRA .....	30
1.3 A BACIA AMAZÔNICA .....	32
1.4 O BIOMA AMAZÔNIA .....	33
1.5 AMAZÔNIA LEGAL .....	35
1.6 DESMATAMENTO OU DESFLORESTAMENTO? .....	37
1.6.1 <i>O desmatamento global</i> .....	37
1.6.2 <i>O desmatamento Pan-Amazônico</i> .....	39
1.6.3 <i>O desmatamento no Brasil</i> .....	39
1.6.4 <i>O desmatamento na Amazônia</i> .....	41
1.7 DINÂMICA E CAUSAS DO DESMATAMENTO AMAZÔNICO .....	43
1.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	48
<b>CAPÍTULO 2 – POLÍTICAS PÚBLICAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DO DESMATAMENTO</b> .	<b>50</b>
<b>2 POLÍTICAS PÚBLICAS NACIONAIS E AMAZÔNICAS</b> .....	<b>50</b>
2.1 POLÍTICAS NACIONAIS .....	50
2.1.1 <i>O Código Florestal Brasileiro de 1934</i> .....	50
2.1.2 <i>O Código Florestal Brasileiro de 1965 e as suas alterações</i> .....	51
2.1.3 <i>A Constituição Federal de 1988</i> .....	53
2.2 POLÍTICAS AMAZÔNICAS .....	54
2.2.1 <i>Políticas anteriores ao PPCDAM</i> .....	55
2.2.1.1 <i>O Programa Nossa Natureza</i> .....	55
2.2.1.2 <i>O Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedades Rurais (SLAPR)</i> .....	56
2.2.1.3 <i>O Plano Amazônia Sustentável (PAS)</i> .....	57

2.2.2 O Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAM .....	59
2.3 MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO AMAZÔNICO .....	60
2.3.1 Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia – PRODES.....	61
2.3.2 Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real – DETER.....	62
2.3.3 Sistema DEGRAD.....	63
2.3.4 Sistema QUEIMADAS.....	64
2.3.5 Monitoramento independente do desmatamento amazônico .....	65
2.4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	66
<b>CAPÍTULO 3 – A OCUPAÇÃO E ATIVIDADES HUMANAS NA AMAZÔNIA LEGAL.....</b>	<b>68</b>
<b>3. VARIÁVEIS INDICATIVAS NA DINÂMICA DO DESMATAMENTO.....</b>	<b>68</b>
3.1 A EXPANSÃO DA PECUÁRIA NO BRASIL E NA AMAZÔNIA .....	68
3.2 AGRICULTURA BRASILEIRA - DA SUBSISTÊNCIA À REVOLUÇÃO VERDE.....	71
3.2.1 Variáveis consideradas na atividade agropecuária .....	74
3.3 A OCUPAÇÃO HUMANA NO TERRITÓRIO AMAZÔNICO .....	74
3.3.1 Variáveis consideradas na dinâmica populacional .....	76
3.4 O SETOR MADEIREIRO NA REGIÃO AMAZÔNICA.....	77
3.4.1 Variáveis consideradas no setor madeireiro.....	79
3.5 VARIÁVEIS DEPENDENTES E INDEPENDENTES .....	80
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	81
<b>CAPÍTULO 4 – ANÁLISE ECONOMÉTRICA APLICADA AO DESMATAMENTO.....</b>	<b>83</b>
<b>4 USO DE VARIÁVEIS INDEPENDENTES NA ECONOMETRIA .....</b>	<b>83</b>
4.1 ECONOMETRIA APLICADA AO DESMATAMENTO - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	84
4.3 O USO DA REGRESSÃO LINEAR.....	87
4.4 ANÁLISE DA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA CONJUNTA E ISOLADA.....	88
4.4.1 Regressão isolada no efetivo do rebanho bovino.....	90
4.4.2 Regressão isolada na área plantada de soja.....	91
4.4.3 Regressão isolada na produção de lenha.....	92
4.4.4 Regressão isolada no crescimento populacional.....	93
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	94
<b>CAPÍTULO 5 – ANÁLISE ESPACIAL APLICADA AO DESMATAMENTO .....</b>	<b>97</b>
<b>5 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>97</b>
5.1 TERRITORIALIZAÇÃO, DESTERRITORIALIZAÇÃO E RETERRORIZAÇÃO.....	97
5.2 METODOLOGIA APLICADA NA ESPACIALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS .....	97
5.2.1 Espacialização da agropecuária.....	99
5.2.2 Espacialização da dinâmica populacional.....	103
5.2.3 Espacialização do setor madeireiro .....	105
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	107

<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>108</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>112</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>125</b>

## INTRODUÇÃO

O exame do gráfico gerado pelas taxas anuais de desmatamento calculadas pelo Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mostra uma constante oscilação de aumentos e quedas. Essa observação é válida desde 1988, início do levantamento das taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal (AML). Essa dinâmica foi analisada por Barreto ([s.d.]) a partir da modelagem das variáveis comumente utilizadas em análises econométricas.

As taxas de desmatamento na Amazônia caíram significativamente após o ano de 2004, especialmente no Mato Grosso, Pará e Rondônia, estados que desde 1988 lideram os índices de desflorestamento (INPE, [s.d.]b). Conforme Micol, Andrade e Börner (2008), ocorreram nesse período avanços na criação de unidades de conservação (UCs) na fronteira do desmatamento, o aprimoramento do monitoramento e a intensificação da fiscalização. Entretanto, na literatura que analisa as causas do desmatamento amazônico, essa redução das taxas anuais tem sido identificada apenas fracamente como um resultado direto das políticas públicas de prevenção e controle do desmatamento implementadas pelo governo federal.

Existe muita especulação a respeito das possíveis causas que expliquem as variações nas taxas anuais de desflorestamento (KRUG, 2001). Trabalhos baseados em análises espaciais e econométricas afirmam que o desmatamento é o resultado de diferentes fatores: os preços das *commodities* agropecuárias (KAIMOWITZ *et al.*, 2004; BARRETO; PEREIRA; ARIMA, 2008); fatores econômicos (KRUG, 2001); falta de infra-estruturas regionais (FEARNSIDE, 2001; NEPSTAD *et al.*, 2002); indisponibilidade de crédito e dinâmica populacional (MARGULIS, 2000; RODRIGUES, 2004; PRATES, 2008); implementação de políticas públicas de âmbito municipal (TONI & KAIMOWITZ, 2003) e estadual (MICOL; ANDRADE; BÖRNER, 2008) restrições geológicas para a expansão das atividades agropecuárias (FEARNSIDE, 2001; MARGULIS, 2004; CHOMITZ & THOMAS, 2000; SCHNEIDER *et al.*, 2000) e limitação logística das atividades de carvoejamento para siderurgia (MONTEIRO, 1998).

Entretanto, no conjunto dessa literatura não se constata claramente como se manifesta espacialmente a influência desses fatores nas taxas de desmatamento. Da mesma forma, raramente é analisada a área de influência das variáveis mais relevantes e dos processos de territorialização, desterritorialização e reterritorialização (TDR), procedimentos que potencializam o entendimento da dinâmica espacial do desflorestamento amazônico. Diante dessas lacunas, esta dissertação, além de apresentar análise econométrica a partir do conjunto de dados de variáveis populacionais, da agropecuária e do setor madeireiro, visa demonstrar e interpretar, por meio de análises

espaciais, os processos de TDR das variáveis mais fortemente correlacionadas com o desmatamento entre 2002 e 2007.

## JUSTIFICATIVA

A divulgação cada vez mais ampla da questão do desmatamento nas florestas tropicais fez com que aumentasse a preocupação dos consumidores, cientistas e cidadãos dos países industrializados com o futuro dessas florestas (FERREIRA, 2002). No âmbito nacional, pesquisa recente promovida pelo Instituto Datafolha concluiu que os brasileiros são quase que unânimes (94%) em desejar o fim do desmatamento na Amazônia, mesmo que isso signifique abrir mão de maior produção agropecuária (DATAFOLHA, 2009). Colocado esse imperativo de preservação da biodiversidade amazônica, defendida nacional e internacionalmente por agentes sociais diversos, a Amazônia brasileira transformou-se em um espaço estratégico na definição da forma de inserção do País no processo de globalização da economia (BECKER, 1996).

Conforme mencionado, ocorreram quedas substanciais no ritmo do desmatamento depois do ano de 2004<sup>1</sup>. Elas têm mobilizado tanto o governo federal quanto a sociedade a se empenhar pela sua continuidade. Há inclusive propostas que objetivam o “desmatamento zero”, tais como se verifica no “Pacto pela valorização da floresta e pelo fim do desmatamento na Amazônia” (YOUNG, 2007) e no “Plano Nacional de Mudanças no Clima”, primeira iniciativa governamental a estabelecer metas de redução de desmatamento, na ordem de 72% até 2017 em relação ao ano-base de 2008. Segundo o plano, o total da redução seria escalonado em três quadriênios até 2017: 40%, 30% e 30% (BRASIL/COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, 2008).

Deste modo, na busca de identificar as variáveis agropecuárias, populacionais e do setor madeireiro que mais influenciaram as taxas anuais de desmatamento, por meio de análise econométrica e da espacialização da sua dinâmica entre os anos de 2002 e 2007, almeja-se oferecer análises de dados brutos que ajudem nas ações governamentais e não-governamentais no sentido de permitir a continuidade da queda das taxas de desmatamento amazônico.

## OBJETIVOS

O objetivo principal da dissertação é o de identificar quais são os fatores agropecuários, populacionais e do setor madeireiro que foram mais estatisticamente significativos para as taxas de desmatamento amazônico no período compreendido entre agosto de 2002 e julho de 2007. A temporalidade das análises limita-se a esse período

devido ao fato de que o monitoramento do desmatamento feito pelo PRODES disponibiliza as taxas municipais apenas depois de 2001 (PRODES digital) e que os dados selecionados como explicativos do desmatamento não se encontrarem ainda sistematizados no Sistema IBGE de Recuperação Automática de Dados (SIDRA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Em atendimento a este objetivo, se apresentará breve revisão bibliográfica da ocupação da Amazônia pelas atividades de agricultura, pecuária e setor madeireiro e da ocupação populacional. Por meio de um modelo econométrico de regressão linear múltipla, serão apontadas as variáveis agrícolas, pecuárias, populacionais e do setor madeireiro que apresentam maior correlação com as taxas de desmatamento. Por fim, essas variáveis de maior correlação também serão objetos de análise espacial, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

## REFERENCIAL METODOLÓGICO

A dissertação está fundamentada basicamente na literatura analítica que trata dos processos de desmatamento, da sua gênese, causa e dinâmica, com maior ênfase na literatura que trata dos fatores populacionais, agrícolas, pecuários e do setor madeireiro. Outra fonte usada foi a legislação federal que busca prevenir e controlar o desmatamento. Esta dissertação também faz uso de mapas elaborados em ambiente de SIG a fim de enfatizar visualmente a abrangência espacial da região a ser estudada e os processos territoriais das variáveis de interesse. Ao longo deste trabalho, os mapas foram padronizados em *layout* único e utilizados como instrumentos de análise e obtenção de dados.

Os dados sobre as variáveis independentes (agricultura, pecuária, população e setor madeireiro) foram obtidos no *site* do IBGE do SIDRA. A variável dependente (desmatamento 2002-2007) foi construída com base nos dados do PRODES digital.

Sempre que possível, os valores percentuais e numéricos foram recalculados em ambiente SIG ou obtidos de dados tabulares. Para diferenciar os valores calculados no âmbito deste trabalho dos valores encontrados na revisão bibliográfica, eles estão apresentados sempre com duas casas decimais.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Partiu-se do pressuposto de que o desmatamento nega a vocação natural da Amazônia Legal, isto é, a de ser provedora de serviços ambientais tais como a oferta de recursos hídricos, estocagem e manutenção de significativa parcela da biodiversidade

---

<sup>1</sup> Em relação ao ano de 2004, as quedas foram de 31,54% em 2005, 48,88% em 2006, 58,11% em 2007, 53,51%

global, sequestro de carbono atmosférico e regulação atmosférica, dentre outros. Segundo Margulis (2004), as atividades agropecuárias ignoram essa vocação natural amazônica, pois a sua racionalidade é unicamente econômica. Mesmo que a pecuária seja colocada por Margulis (2004) como o motor do desmatamento, sendo responsável por cerca de 80% de toda área desmatada na AML, essa pesquisa deu importância também à atividade agrícola, aos fatores populacionais e aos efeitos do setor madeireiro. Considerar outras variáveis, além da pecuária, tem por objetivo verificar a correlação das mesmas com as taxas de desmatamento, a fim de testar se continua válida a afirmação de que a pecuária seja o motor do desmatamento. Salienta-se que a análise econométrica busca apresentar a correlação do conjunto de variáveis agropecuárias, da população e do setor madeireiro com o desmatamento entre os anos de 2002 e 2007 e definir quais são as variáveis mais representativas de cada um desses grupos. Por sua vez, a análise espacial visa demonstrar a dinâmica espacial das variáveis de maior correlação com as taxas de desmatamento, identificando processos de TDR.

## CAPÍTULOS DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos.

O Capítulo 1 apresenta as diferentes abordagens territoriais mais usuais que buscam caracterizar a região amazônica, apontando qual é a que apresenta maior pertinência espacial com as taxas oficiais de desmatamento. Na sequência, e a partir da literatura pertinente, se conceitua o termo “desmatamento” e se explica a sua dinâmica mundial, pan-americana, nacional e amazônica. Finaliza com uma discussão analítica das causas e da dinâmica do desmatamento na Amazônia.

O Capítulo 2 apresenta uma síntese das políticas públicas e das leis pertinentes à prevenção e controle do desmatamento no Brasil, com destaque para as específicas da região amazônica. Descrevem-se ainda os principais programas de monitoramento do desmatamento oficiais e independentes em curso no país.

O Capítulo 3 sintetiza a gênese dos fatores considerados explicativos do desmatamento e explicita as variáveis independentes consideradas nas análises econométrica e espaciais dos capítulos subsequentes.

O Capítulo 4 oferece uma revisão bibliográfica das análises econométricas sobre o desmatamento na região amazônica e em outras áreas florestadas, explicita a metodologia econométrica utilizada ao longo do trabalho, apresenta os resultados da regressão linear múltipla e finaliza com uma discussão analítica sobre as variáveis de maior correlação estatística com as taxas de desmatamento entre os anos de 2002 e 2007.

Finalizando a pesquisa, o Capítulo 5 apresenta a dinâmica espacial das variáveis de maior correlação com as taxas de desmatamento, a fim de verificar os processos de territorialização, desterritorialização e reterritorialização – TDR.

## CAPÍTULO 1 – A AMAZÔNIA E O DESMATAMENTO

Objetivando definir inequivocamente uma região a ser examinada ao longo de toda a dissertação e tipificar qual será o desmatamento a ser analisado, este capítulo analisa as principais abordagens territoriais para a região Amazônica e define qual abordagem será adotada. Apresenta também breves considerações sobre a dinâmica do desmatamento no mundo, na América do Sul, no Brasil e na Amazônia. Finaliza revisando as causas do desmatamento mais comumente apontadas na literatura pertinente, assim como a sua dinâmica na Amazônia.

### 1 QUAL AMAZÔNIA? A DEFINIÇÃO DE UMA REGIÃO E IMPLICAÇÕES NA ANÁLISE DO DESMATAMENTO

Em qualquer escala que seja analisada, a região amazônica apresenta superlativos que dificultam a compreensão dos muitos fenômenos que nela ocorrem. Na região amazônica remanesce a mais extensa floresta tropical, com a maior parte dela sob soberania do Brasil. A região comporta a maior fração do maior rio do mundo, tanto em volume de água quanto em extensão linear. É uma das regiões tidas como de megabiodiversidade terrestre. Coexistem nela civilizações ocidentalizadas e populações silvícolas detentoras de saberes e visões de mundo diferenciadas.

Ao longo dos séculos, a selva amazônica já foi considerada como um “sertão bravo” (SEVCENKO, 1996, p. 110) e uma “dádiva da natureza” (ARBEX JR., 2005, p. 28), um “inferno verde” (RANGEL, 2001) e um “paraíso perdido” (CUNHA, 1997). Ela já foi tida como a “natureza portentosa e incompleta” (CUNHA, 1909, p. 2), “celeiro” e “pulmão” do mundo (Humboldt – SÁ, 2000, p. 892; anônimo contemporâneo – SÁ, 2000, p. 892). No entanto, a extensão exata da região resta indefinida. Conforme a fonte consultada e a abordagem adotada, os valores podem variar de 3,5 milhões (REIS, 1953) a 5,2 milhões de km<sup>2</sup> (HALLER *et al.*, 2000). Segundo Eva & Huber (2005), são enormes as dificuldades para se definir a extensão territorial da Amazônia, considerando as diversas possibilidades conceituais e de critérios aplicáveis: cobertura vegetal, biomas, faixas de altitude, bacia hidrográfica ou limites político-administrativos. Como esses critérios variam fortemente, sempre haverá discussão sobre a validade dos cálculos sobre a sua extensão geográfica.

De um ponto de vista metodológico, uma região pode ser definida com recurso a uma única disciplina (ex.: hidrologia ou cobertura do solo) ou a uma combinação de disciplinas (ex.: hidrologia e cobertura do solo), assim como a uma delimitação político-administrativa (EVA & HUBER, 2005). Buscando uma definição que melhor atenda às análises espaciais e econométricas das taxas de desmatamento na região Amazônica, seguem algumas considerações sobre as abordagens comumente utilizadas e os seus alcances e limitações analíticas.

## 1.1 A PAN-AMAZÔNIA

Embora a noção de Amazônia esteja fortemente associada ao Brasil, tanto no imaginário nacional quanto no internacional, a sua totalidade ocupa áreas em nove países da América do Sul. A abrangência da Amazônia que ignora as fronteiras internacionais leva a nomes como Pan-Amazônia, Amazônia Internacional ou Amazônia Continental (Figura 1). A sua área é de 6.943.912,63 km<sup>2</sup> e se estende pelo Brasil (60,30% do total, a partir da compilação de bases nacionais, AMAZÔNIA 2009 (2009)), Bolívia (6,90%), Colômbia (6,96%), Equador (1,47%), Guiana (3,03%), Peru (11,31%), Suriname (2,09%) e Venezuela (6,74%), países participantes da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA). A Guiana Francesa, que é um departamento da França, e não um país, contribui com 1,20% da área total da Pan-Amazônia e participa da OTCA apenas como observadora (OTCA, 2007).

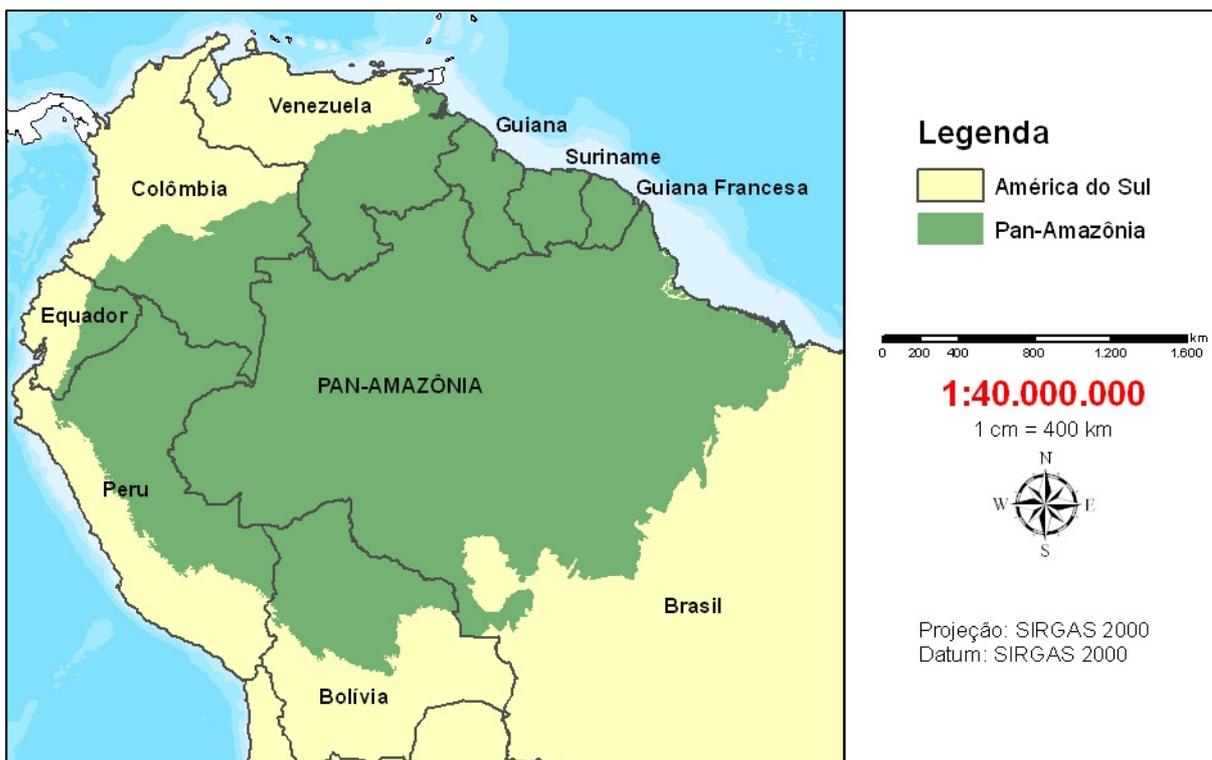


Figura 1: Abrangência da Pan-Amazônia na América do Sul. Escala 1:40.000.000.  
Fonte: AMAZÔNIA 2009 (2009). Elaboração do Autor.

A Pan-Amazônia abriga mais que 60% dos remanescentes de florestas tropicais no mundo<sup>2</sup>, sendo a maior área contínua coberta por florestas tropicais. Abriga aproximadamente 25% de todas as espécies de plantas e animais até agora identificadas, produz cerca de 20 bilhões de toneladas de vapor d'água por dia, regula a umidade e os ventos na América do Sul, recebe perto de 20% de toda a precipitação pluviométrica trazida

do oceano Atlântico para o continente sul americano e contribui fortemente para equilíbrio do clima mundial (NETTO & OLIVEIRA, 2008). A associação das correntes de ventos desviada pela Cordilheira dos Andes com o vapor d'água produzido pela evapotranspiração das árvores da floresta amazônica permite que o quadrilátero demarcado por Cuiabá, São Paulo, Buenos Aires e a própria Cordilheira dos Andes não se torne uma região árida, configurando uma bomba hidrológica impressionante que permite a uma área responsável por 70% do PIB brasileira seja devidamente irrigada (GANDRA, 2009).

De acordo com AMAZÔNIA 2009 (2009), no mapa “Amazônia 2009: Áreas Protegidas, Territórios Indígenas”, publicado pela *Red Amazônica de Información Socioambiental Georreferenciada* – RAISG, grande parte das fronteiras internacionais amazônicas se encontra sob regime de proteção ambiental, uma vez que nela se verifica forte incidência de áreas protegidas (territórios indígenas ou unidades de conservação). Ao se analisar a possibilidade de haver influência dos países vizinhos nas taxas de desmatamento registradas no Brasil, há que se considerar a existência dessa “fronteira de preservação” promovida pelas áreas protegidas situadas perto de fronteiras internacionais. Aliado a isso, o gradiente hidrográfico amazônico é predominantemente alóctone, isto é, as nascentes estão em sua maioria localizadas nos países vizinhos. Isso encarece a apropriação dos produtos madeireiros das florestas brasileiras por esses países por via fluvial. Além disso, os madeireiros desses países têm as suas próprias florestas “devastáveis”, não precisando dispor das florestas brasileiras. Sobrepondo o mapa da dinâmica do desmatamento brasileiro levantado pelo PRODES com o mapa da RAISG, verifica-se que não há influências transfronteiriças que justifiquem a consideração da Pan-Amazônia na dinâmica do desmatamento em território brasileiro. Além disso, não há por parte dos países da OTCA levantamentos sistemáticos do desmatamento de suas porções amazônicas (KRUG, 2001), muito embora haja um esforço neste sentido, com base na absorção do *know-how* do INPE.

Assim, não há porque considerarmos a abrangência internacional da Amazônia na análise espacial e econométrica das taxas de desmatamento nacionais. Haveria dificuldades analíticas mesmo que fosse considerada apenas na abrangência territorial brasileira da Pan-Amazônia, uma vez que o critério biogeográfico (conforme SOARES, 1953; EVA *et al.*, 1999) não contempla a totalidade do desmatamento identificado pelo PRODES do INPE.

## 1.2 AMAZÔNIA BRASILEIRA

A expressão Amazônia Brasileira é utilizada correntemente, mas sem que haja maiores cuidados em precisá-la. Diferentes autores fazem uso deste conceito em

---

<sup>2</sup> Essa afirmação leva em conta 80 países detentores de florestas tropicais. In Netto & Oliveira (2008).

substituição ao termo Amazônia Legal ou se referindo apenas à porção da floresta tropical amazônica (Pan-Amazônia) presente no território brasileiro. Assim, no mais das vezes a expressão é usada apenas como um recurso estilístico ou semântico, sem maiores preocupações de exatidão territorial (ver MARGULIS, 2004; MAY *et al.*, 2005, FEARNESIDE, 2005; TONI & PACHECO, 2005; PRATES, 2008; dentre outros).

No Plano Amazônia Sustentável – PAS (BRASIL/PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2008), lançado em 8 de maio de 2008, a expressão Amazônia Brasileira refere-se inequivocamente a uma delimitação geográfica específica, compreendida pela integridade dos nove estados que compõem a Amazônia Legal, ou seja, está incluída a porção leste ao meridiano de 44° no Maranhão. No seu diagnóstico, o PAS informa que, para efeito de análise, considera que a Amazônia Legal inclui a totalidade do estado do Maranhão. Isso resulta numa superfície total de 5.088.688 km<sup>2</sup>, 59,76% do território nacional (Figura 2).

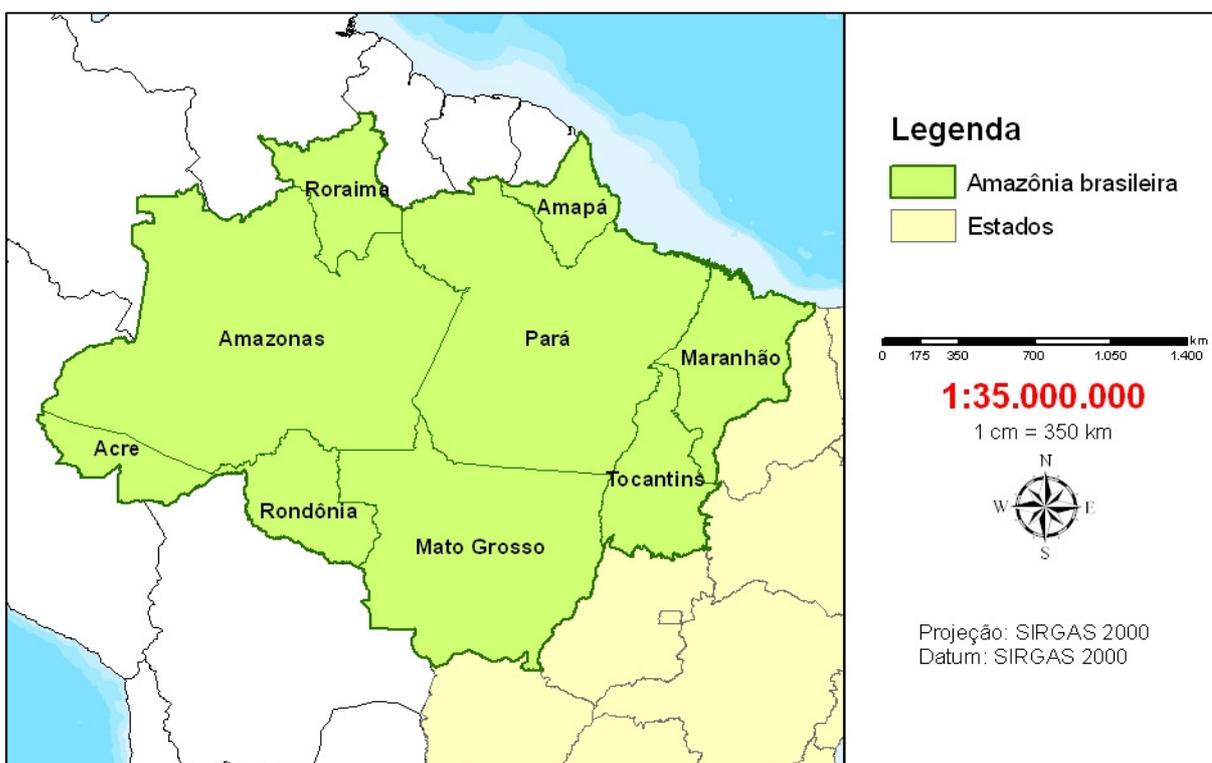


Figura 2: Abrangência da Amazônia brasileira segundo o Plano Amazônia Sustentável. Escala 1:35.000.000. Fonte: PAS (BRASIL/PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2008). Elaboração do Autor.

Historicamente, o monitoramento do desmatamento amazônico pelo PRODES está associado à região de ocupação da fronteira via colonização incentivada pelo governo federal, que compreendeu inicialmente os estados de Mato Grosso, Rondônia e a porção ao sul do estado do Pará e ao longo da calha do rio Amazonas. Com o aperfeiçoamento e a consolidação da metodologia PRODES e a popularização das técnicas de geoprocessamento ao longo das décadas de 1990 e 2000, a área monitorada pelo PRODES

foi crescendo. Isso ocorreu na medida em que novas cenas do satélite LANDSAT<sup>3</sup>, e mais recentemente, do satélite sino-brasileiro de recursos naturais (CBERS), permitiram o monitoramento de novas áreas de floresta. No entanto, a região maranhense a leste do meridiano de 44° nunca foi objeto de monitoramento no âmbito do PRODES, não havendo dados pertinentes, mesmo para anos mais recentes. Isso desaconselha o uso da abrangência da Amazônia Brasileira para as análises econométricas e espaciais constantes nesta dissertação.

### 1.3 A BACIA AMAZÔNICA

A bacia hidrográfica do rio Amazonas tem 6.934.184,10 km<sup>2</sup> (Figura 3) e, conforme Eva & Huber (2005), inclui toda a área formada pela rede hidrográfica dos rios Amazonas e Tocantins, estendendo-se pelo Brasil (67,66% do total da bacia), Bolívia (10,31%), Colômbia (5,06%), Equador (1,98%), Guiana (0,21%), Peru (13,89%) e Venezuela (0,89%), desde as nascentes até o delta no Oceano Atlântico. A bacia Amazônica além de incluir a biota de floresta tropical de planície (*Amazônia sensu stricto*), abriga também a biota andina acima da cota de 700 metros de altitude e biota típica do planalto brasileiro.

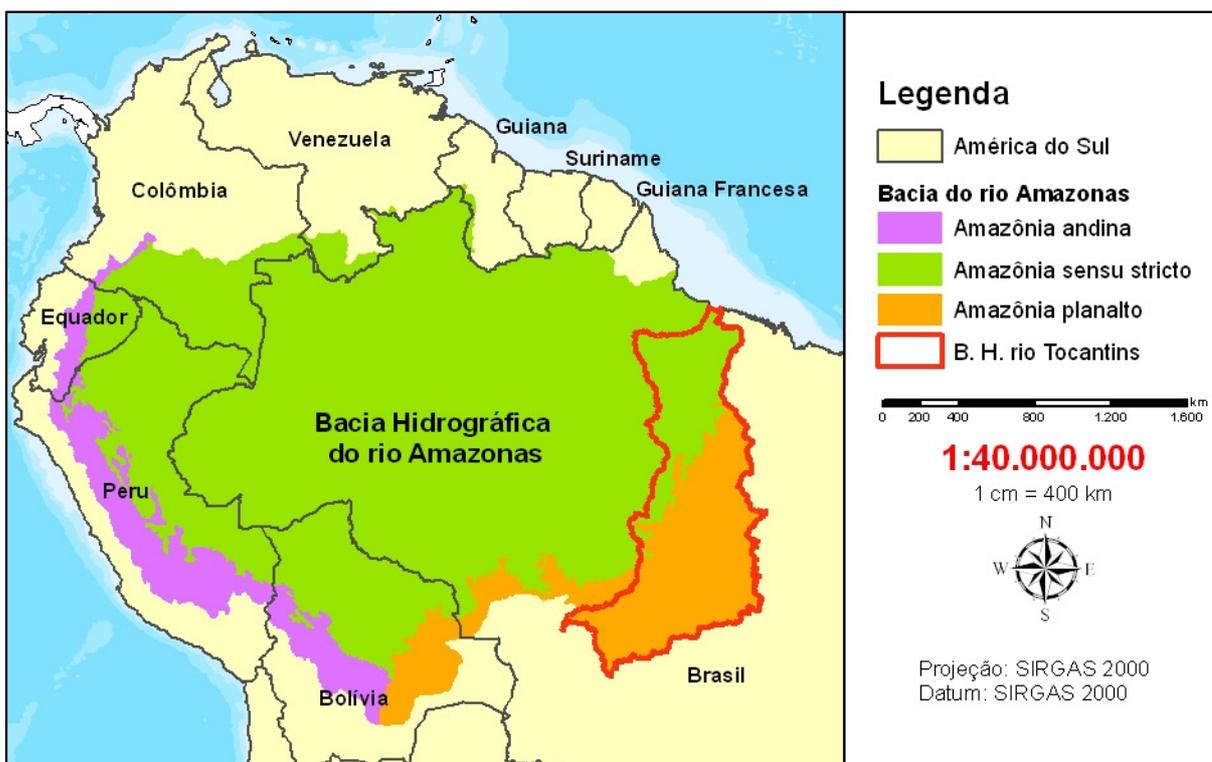


Figura 3: Abrangência da bacia hidrográfica do rio Amazonas. Escala 1:40.000.000. Fonte: Eva & Huber (2005). Elaboração do Autor.

<sup>3</sup> No período considerado (2002-2007), o monitoramento do PRODES começou com o uso de 161 cenas LANDSAT e terminou com 213 cenas (INPE, [s.d.].b.)

Muito tem se discutido se a bacia hidrográfica do rio Tocantins faz parte ou não da bacia hidrográfica do rio Amazonas, questão sobre a qual ainda não existe um consenso. Desde 1939 Moraes (1939) sustenta que o rio Tocantins já foi um dos tributários do rio Amazonas. Quando o braço meridional amazônico (canal do Gurupá ou canal do Vieira) se atrofiou, devido ao processo de deposição sedimentar, de rio coletor do Tocantins o Amazonas passou a ser parcialmente coletado. Essa deposição formou diferentes cursos d'água, tais como os rios Breves, Canaticu, Guajará, Jaburu, Jacundá, Marituba, Mutuacá, Pacajás, Panaúba, Piriá, Pracuúba, Proaná e Urubuema, entre outros, que formam o rio Pará, tributário ao mesmo tempo do rio Tocantins e do rio Amazonas, pelo fato de o seu divisor de água ainda se encontrar indefinido ao longo da Ilha de Marajó. Além de Moraes (1939), outros autores, clássicos e contemporâneos, e instituições defendem que o rio Tocantins não faz parte da bacia hidrográfica do rio Amazonas (PINTO, 1899; RODRIGUES, 2001; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2003). Do mesmo modo, o IBGE (2004) define a bacia do rio Amazonas como distinta da do rio Tocantins.

Sem a bacia do rio Tocantins, a bacia hidrográfica do rio Amazonas ocupa 6.015.940,68 km<sup>2</sup>, cerca de dois quintos da América do Sul e 5% da superfície terrestre do planeta. A sua área abriga a maior rede hidrográfica do planeta, que escoar cerca de um quinto do volume de água doce do mundo que chega até aos oceanos. 62,72% da bacia do Amazonas (sem o Tocantins) se encontram em território brasileiro. A vazão hídrica média dessa bacia no território brasileiro é na ordem de 133.000 m<sup>3</sup>/s, o que constitui cerca de 70% da vazão total de todos os rios do país (ANA, [s.d.]). ≠

A abrangência internacional e a delimitação que incorpora o talvegue do corpo hídrico principal e tributários diretamente relacionados até a cota mais alta na junção com outra bacia hidrográfica (que pode ou não corresponder à mesma fisionomia) desautorizam a utilização do conceito de bacia hidrográfica como unidade territorial de análise do desmatamento. Mesmo que fosse considerada a fração nacional da bacia hidrográfica do rio Amazonas, restaria esta abordagem espacial insatisfatória em determinadas áreas analisadas pelo PRODES e em excesso em áreas não-monitoradas pelo PRODES. O equívoco seria ainda maior caso fosse considerada a bacia do rio Tocantins como sua integrante. Ainda há que se considerar que o estado do Amapá se encontra fora da abrangência da bacia do rio Amazonas, o que impõe a desconsideração das taxas do desmatamento nesse estado.

#### 1.4 O BIOMA AMAZÔNIA

De acordo com Carvalho Jr. *et al.* (1998), cerca de um quarto das florestas tropicais do mundo está localizada no Brasil. A dimensão e a importância ambiental do Bioma Amazônia assumem relevância planetária em decorrência dos seus atributos e funções

peculiares no que se refere à biodiversidade, às florestas, à água, aos ciclos hidrológicos, à biomassa, à ciclagem de carbono e à regulação climática, seja na forma de produtos florestais ou de serviços ambientais com capacidade de afetar a vida humana em todo o planeta.

Com 4.182.473,42 de km<sup>2</sup>, o Bioma Amazônia é o maior bioma continental brasileiro, ocupando quase a metade do Brasil (49,29%). Ele incide sobre nove unidades da federação: Acre (com 3,63% do total do bioma), Amapá (3,36%), Amazonas (37,49%), Maranhão (2,66%), Mato Grosso (11,57%), Pará (29,74%), Rondônia (5,66%), Roraima (5,31%) e Tocantins (0,59%).

Para efeito legal, no Brasil se considera Bioma Amazônia a delimitação constante do mapa de biomas do Brasil (Figura 4), produto de uma parceria entre o IBGE e o Ministério do Meio Ambiente – MMA (IBGE, 2004).

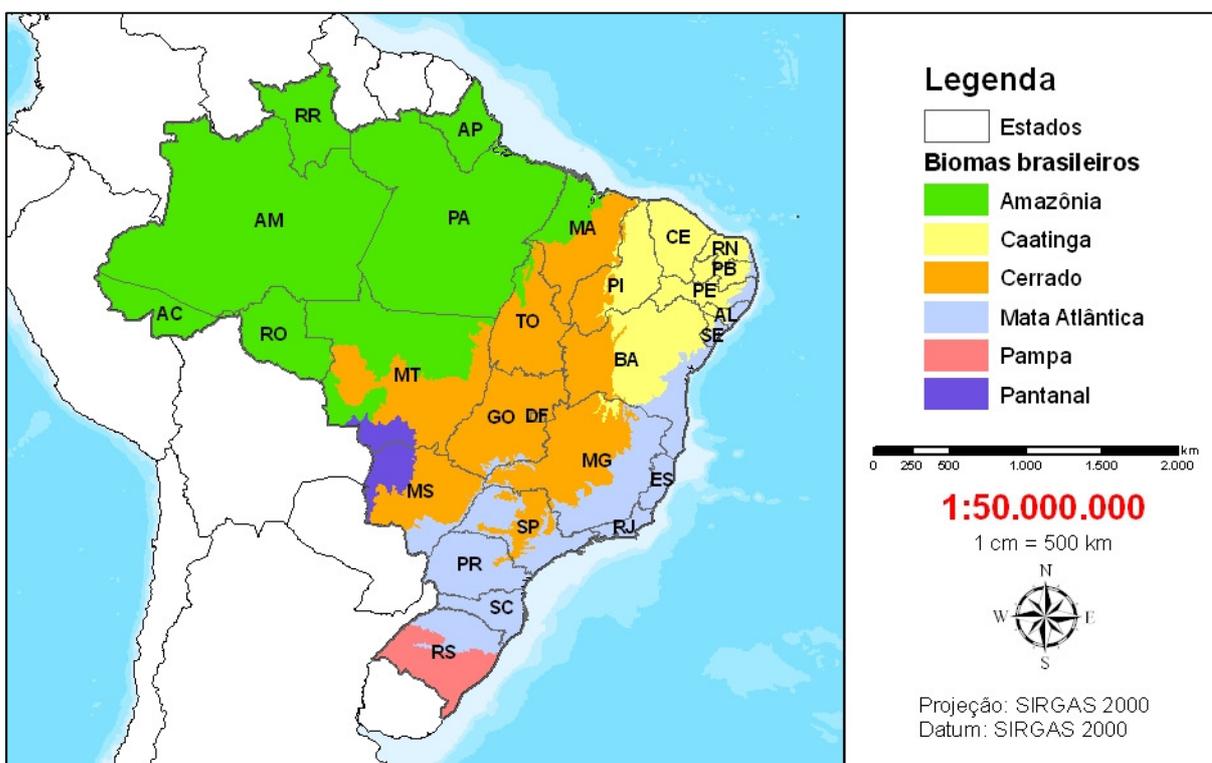


Figura 4: Abrangência dos biomas brasileiros. Escala 1:50.000.000.  
Fonte: IBGE (2004). Elaboração do Autor.

A delimitação dos biomas brasileiros adotada pelo IBGE e MMA recebeu críticas de entidades do terceiro setor e de classes<sup>4</sup>. Isso ocorreu principalmente depois da edição da Portaria n. 96 do MMA, de 27 de março de 2008, que considera todos os municípios do Bioma Amazônia como área de aplicação de reserva legal de 80% nas formações florestais e de 30% nas formações típicas de Cerrado, conforme dispõe o Código Florestal de 1965. Cerca de 90 municípios têm propriedades rurais localizadas entre os Biomas Amazônia e

Cerrado, a maioria no estado do Mato Grosso. O próprio IBGE pretende revisar o mapa dos biomas brasileiros e publicá-los em uma escala mais precisa, com o objetivo de separar o bioma Cerrado do bioma Amazônia, considerando a vegetação nativa, independente de áreas desmatadas ou ocupadas por pastagem e plantações (FAET/SENAR, 2008).

Independentemente dessas críticas, o recorte geográfico do Bioma Amazônia não coincide com o recorte adotado pelo levantamento anual do desmatamento executado pelo PRODES, principalmente nas áreas de Cerrado no estado do Maranhão, Mato Grosso e Tocantins. A tendência do monitoramento do PRODES aponta para uma crescente consideração do desmatamento nessas áreas de Cerrado, que se encontram na fronteira de ocupação consolidada. Assim, a análise do desmatamento PRODES por um recorte de Bioma, que ignora áreas de Cerrado monitoradas pelo programa do INPE, não é uma escolha adequada (apesar de aproximar relativamente bem), pois não informa a dinâmica de avanço do desmatamento na fronteira consolidada localizada nas áreas de Cerrado.

## 1.5 AMAZÔNIA LEGAL

A Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), criada pela lei n. 1.806, de 6 de janeiro de 1953, delimitou uma área específica para a sua atuação, existente até hoje: é a chamada Amazônia Legal (ANDRADE, 2004). Segundo Arbex Jr. (2005), com a finalidade de auxiliar no processo de ocupação da região amazônica, esta delimitação foi instituída mediante o uso de critérios políticos e administrativos, enfatizando aspectos geopolíticos. O artigo 2º da lei n. 1.806 de 1953 define a Amazônia Legal como sendo:

Art. 2º [...] a região compreendida pelos Estados do Pará e do Amazonas, pelos territórios federais do Acre, Amapá, Guaporé e Rio Branco, e ainda, a parte do Estado de Mato Grosso a norte do paralelo 16º, a do Estado de Goiás a norte do paralelo 13º e do Maranhão a oeste do meridiano de 44º.

A Lei Complementar n. 31 de 11 de outubro de 1977 criou o estado do Mato Grosso do Sul, extinguindo o limite da AML estabelecido pelo paralelo de 16º. Na Constituição Federal de 1988 o estado do Tocantins é criado e os territórios de Roraima e Amapá foram transformados em estados federados. Assim, o paralelo 13º da Amazônia Legal foi substituído pelos limites políticos entre Goiás e Tocantins (MARTINS & SANTOS, 2008). Considerando essas adequações, atualmente a Amazônia Legal (figura 5) tem 5.019.805,49 km<sup>2</sup> e cobre a totalidade dos estados do Acre (3,04% da área da AML), Amapá (2,85%), Amazonas (31,29%), Mato Grosso (18,00%), Pará (24,86%), Rondônia (4,73%), Roraima (4,47%) e Tocantins (5,53%) e uma parte do estado do Maranhão

---

<sup>4</sup> Ver listagem em FAET/SENAR, 2008.

(5,24%), a oeste do meridiano de 44°. A AML está, portanto, definida legalmente, independentemente da bacia hidrográfica, do ecossistema de selva úmida tropical ou de critério semelhante (ARAGÓN, [s.d.]).

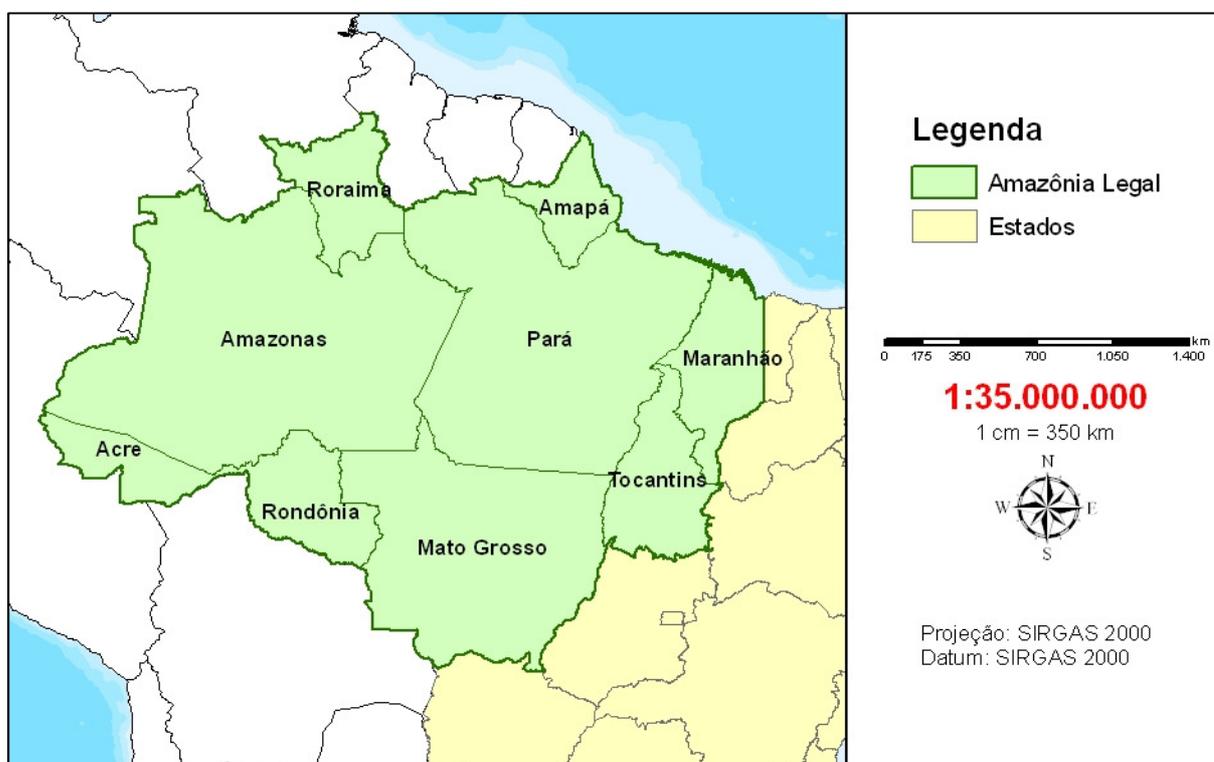


Figura 5: Abrangência atual da Amazônia Legal (2010). Escala 1:35.000.000. Fonte: Arbex Jr. (2005). Elaboração do Autor.

O recorte político-administrativo da AML é o mais comumente utilizado nas análises atuais da região amazônica brasileira, uma vez que os dados geralmente se encontram agregados em unidades da federação e, mais raramente, em municípios. Estados como o Maranhão, Mato Grosso e Tocantins<sup>5</sup> não se inserem integralmente na floresta Amazônica, embora o PRODES venha a cada ano incorporando mais áreas de cerrado no cálculo das taxas anuais de desmatamento. Deste modo, embora não seja o recorte espacial ideal para se analisar o desmatamento levantado pelo PRODES, a Amazônia Legal é, entre os listados e disponíveis, o conceito geográfico que mais se aproxima dos levantamentos PRODES. Uma evidência espacial dessa aproximação entre o levantamento do PRODES com o recorte da Amazônia Legal é a constatação de que a dinâmica do desmatamento diagnosticada pelo INPE no estado do Maranhão ser interrompida exatamente no meridiano de 44°, coincidente com a interrupção desse recorte político-administrativo.

<sup>5</sup> O Maranhão tem áreas no bioma Amazônia (33,96% do seu território), na Caatinga (1,15%) e no Cerrado (64,89%); o Mato Grosso divide-se pelos biomas Amazônia (53,50%), Cerrado (39,76%) e Pantanal (6,74%); e o Tocantins se divide em áreas dos biomas Amazônia (9,82%) e Cerrado (90,18%).

Definida uma abordagem territorial para a análise econométrica e espacial das taxas de desmatamento de 2002 a 2007, é importante discutir agora o que vem a ser o desmatamento, qual é a sua dinâmica e quais são as suas causas principais.

## 1.6 DESMATAMENTO OU DESFLORESTAMENTO?

Os termos desmatamento e desflorestamento, embora carreguem significados distintos, são em geral utilizados como sinônimos nos estudos sobre esta temática (dentre outros, ver FERRAZ, 2000; FEARNSTIDE, 2005; MIRANDA, 2007; PRATES, 2008). O desmatamento está relacionado com o corte raso de feições naturais em qualquer fitofisionomia de florestas, campos ou arbustos, mesmo que em regeneração. Ele pode ocorrer em qualquer um dos biomas brasileiros. Por sua vez, a prática do desflorestamento se refere ao corte raso de feições florestais naturais, que no Brasil ocorre em grande escala no Bioma Amazônia e em menor proporção no bioma Mata Atlântica.

O PRODES do INPE entende o desmatamento como um processo que se inicia com a floresta amazônica intacta e termina com a conversão completa da floresta original em outras coberturas. Esse processo pode levar alguns anos, pois geralmente os atos de exploração da floresta são feitos por empreendimentos especializados em cada uma das fases do processo (INPE, 2008a).

Filho & D'Ávila (2008) compreendem o desmatamento como a operação que visa a supressão total da vegetação nativa de determinada área, para fins de utilização do solo. Para estes autores, o desmatamento é caracterizado pelas práticas de corte, capina ou queimada, que levam à retirada da cobertura vegetal existente. Pode ocorrer em qualquer ambiente, seja ele de floresta, como na Amazônia e Mata Atlântica, ou em outros tipos de vegetação, como o Pampa, Caatinga ou Cerrado.

Este trabalho se utiliza indistintamente dos termos desmatamento e desflorestamento para indicar o estágio final da degradação da cobertura florestal original da Mata Amazônica, tal como definido em Filho & D'Ávila (2008), mas especificamente na abrangência da Amazônia Legal. Outra definição de desmatamento impõe que sejam incorporadas nas análises informações sobre o estado da cobertura vegetal, desde o processo de brocagem (extração seletiva de madeiras nobres ou de interesse comercial) até a finalização do processo de desmatamento. Usa-se o diagnóstico anual do PRODES do INPE como o indicativo das taxas de desmatamento.

### 1.6.1 O desmatamento global

Originalmente, as formações florestais mundiais cobriam 3,9 bilhões de hectares, representando perto de um terço da superfície terrestre. Deste montante, as florestas tropicais representavam cerca de 6%. Dados analíticos de Hansen *et al.* (2008) para o

período de 2000 a 2005, indicam que 49% das florestas pouco alteradas estão na América Latina, África, Sudeste Asiático e Pacífico; e que 35% das áreas intactas de florestas tropicais no mundo estão na América Latina, a maior parte na Mata Amazônica brasileira.

Entre os anos de 2000 a 2005, Hansen *et al.* (2008) estimam que foram desmatados 27 milhões de hectares de floresta tropical, área que representa perto de 2,7% da cobertura de florestas tropicais do globo. As análises revelaram significativas diferenças regionais no desmatamento: três quintos do desflorestamento ocorrem na América Latina, um terço na Ásia, e apenas 5,4% na África. Nesse mesmo período, o Brasil foi o responsável por 47,8% da perda global de florestas tropicais. Indonésia e Malásia ficaram com o segundo e terceiro lugares, respectivamente. 55% do desmatamento da floresta úmida tropical ocorreram dentro de apenas 6% da área do bioma.

O Brasil e a Indonésia são tidos como “*hot-spots*” de desflorestamento, pois a perda florestal entre 2000 a 2005 (3,6 e 3,4%, respectivamente) excede de longe outras taxas regionais de desflorestamento (1,2% no restante da América Latina e 2,7% no restante da Ásia). Além da perda de cobertura florestal concentrada no “arco do desflorestamento” do Brasil<sup>6</sup>, existem outros *hot-spots* de desflorestamento na América Latina, tais como o norte da Guatemala, o leste da Bolívia e o leste do Paraguai. Entre os anos de 2000 a 2005, o Paraguai abrigava a maior proporção regional de mudança de cobertura florestal, indicando uma dinâmica avançada e quase que completa de desmatamento (HANSEN *et al.*, 2008).

Alguns dos agrupamentos de ilhas da Sumatra, na Indonésia, apresentam graus variados de desmatamento, sendo Sumatra o local de maior intensidade de desmatamento em larga escala no planeta. Por sua vez, a Papua Nova Guiné apresenta um nível mensurável mais baixo de desmatamento. O desmatamento está presente em cada estado da Malásia e no Camboja ao longo de sua fronteira com a Tailândia e está entre os mais altos registrados no período de 2000 a 2005. O continente africano, apesar de ser um centro de baixa intensidade de extração seletiva de madeiras, contribui com 5,4% para a perda estimada de cobertura de floresta úmida tropical.

É importante dizer que os dados de Hansen *et al.* (2008) diferem significativamente das informações disponíveis de outra fonte sobre o desmatamento global – o relatório da avaliação de recursos florestais da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação - FAO (FAO, 2005). Esse relatório, que analisou a perda de florestas tropicais e temperadas no mundo entre os anos de 2000 e 2005, sugere que a distribuição do desmatamento tem uma amplitude mais considerável, incluindo perda substancialmente

---

<sup>6</sup> O “arco do desflorestamento” tem um recorte territorial de leste a oeste e abrange municípios do Maranhão, Tocantins, Pará, Mato Grosso, Rondônia, Amazonas e Acre. Esta sub-região se caracteriza por apresentar uma grande concentração de centros urbanos e de estradas e intensa atividade produtiva rural, espelhando uma ocupação mais consolidada do que em outras regiões da Amazônia (GRAÇA; MALDONADO; FEARNside, 2007).

maior da floresta tropical na África e na Indonésia. Sugere ainda que na Europa e Ásia as florestas temperadas se encontram em expansão, graças ao reflorestamento praticado em larga escala, principalmente pela China. Para a FAO, após a Rússia (líder no corte de florestas temperadas), o Brasil é o país que sofre a maior perda líquida anual de florestas, com o desaparecimento de 3,1 milhões de hectares (FAO, 2005).

Hansen *et al.* (2008) e FAO (2005) concordam ao afirmar que o desmatamento ocorre em maior ou menor escala em todos os lugares do mundo que têm formações florestais, sejam elas temperadas ou tropicais úmidas. No entanto, o mundo presta muito mais atenção no desmatamento da Amazônia. Buscando explicar esse “prestígio”, Chomitz *et al.* (2007) defendem que isso ocorre, em grande parte, devido à corajosa decisão do governo brasileiro de monitorar e divulgar regularmente as taxas de desmatamento, dando transparência ao processo de desmatamento.

#### 1.6.2 O desmatamento Pan-Amazônico

Em alguns países sul-americanos as pressões sobre a Pan-Amazônia estão crescendo a um ritmo mais acelerado do que no Brasil. Dados de 2000 a 2005 do *Global Environment Outlook Amazonia* (GEF Amazônia) O desmatamento aumentou principalmente na Bolívia e no Equador, enquanto que na Colômbia segue alto, apesar de uma redução em relação à década de 1990 (SOUZA, 2008; PNUMA & OTCA, 2008).

Considerados os oito países da OTCA, o desmatamento entre 2000 e 2005 apresentou avanço súbito quando comparado com o da década de 1990, apresentando valores médios de 26.090 km<sup>2</sup> por ano. Para Souza (2008), as pressões sobre a Pan-Amazônia estão relacionadas com as atividades de pecuária, agricultura de subsistência e mecanizada, exploração madeireira e mineração. Há também pressões advindas dos programas governamentais, principalmente aqueles relacionados com infra-estrutura. A Pan-Amazônia é ameaçada também pelo crescimento populacional urbano.

Segundo PNUMA & OTCA (2008), os países sul-americanos que mais devastaram a cobertura vegetal amazônica original em seus territórios foram o Brasil (17% do total), a Bolívia (12%), o Equador e o Peru (11% cada um). No entanto, em se tratando de conservação na Amazônia, as delimitações de fronteiras são irrelevantes, uma vez que os riscos e os efeitos negativos são compartilhados entre os todos os países da Amazônia Internacional, em maior ou menor escala (SOUZA, 2008).

#### 1.6.3 O desmatamento no Brasil

Na época do seu descobrimento, a vegetação do Brasil se caracterizava pelas formações florestais, que cobriam cerca de 90% do seu território. Elas eram representadas nas tipologias equatorial, tropical, subtropical, cerrados e caatingas. Os 10% restantes eram

basicamente formações campestres (MAGNANINI, 1961; MIZUGUCHI; ALMEIDA; PERREIRA, 1981). Salvo o Bioma Amazônia, com análise mais aprofundada, segue análise sucinta do desmatamento e sua dinâmica nos outros biomas continentais brasileiros.

Segundo dados do IBGE (2004) e MMA (MMA/SBF, [s.d.]), o Bioma Caatinga é um dos mais alterados pelas atividades humanas. As áreas extremamente antropizadas na Caatinga correspondem a 35,5% e as muito antropizadas chegam a 13,7%. Entre as principais causas de degradação ambiental da Caatinga estão o desmatamento, especialmente para a obtenção de lenha, e a agricultura de irrigação, que avança ao longo do rio São Francisco. Os principais efeitos desta degradação se dão no assoreamento de áreas específicas, tal como o pólo gesseiro da Chapada do Araripe (CE), e no processo de desertificação nas regiões de Gilbués (PI), Seridó (RN), Irauçuba (CE) e Cabrobó (PE).

No Bioma Cerrado, dados sobre o estado da cobertura vegetal apontam para uma perda de vegetação nativa entre 38,9% (MMA/SBF, [s.d.]), e 54,9% até o ano 2002 (MACHADO *et al.*, 2004). Conforme ISA (2008), a diferença entre estes dados se relaciona à dificuldade de mapeamento dos diferentes ecossistemas do Cerrado, sobretudo na diferenciação entre pastagens naturais e plantadas. A dinâmica do desmatamento no Cerrado inicia-se pela associação entre fazendeiro e carvoeiro, na qual o segundo é pago com a vegetação usada para o fabrico de carvão vegetal, e o primeiro é beneficiado pela remoção a vegetação, o que diminui os seus custos de incorporação de terras para cultivo.

A Mata Atlântica é o segundo bioma mais ameaçado do planeta, perdendo apenas para as florestas de Madagascar. Desde o período colonial, a concentração demográfica e econômica da sociedade brasileira na costa atlântica resultou na quase completa destruição da Mata Atlântica (DEAN, 1996). Os fragmentos remanescentes não chegam a mais de 7% da cobertura original e não estão distribuídos de forma equilibrada entre as várias fisionomias do bioma. Considerando áreas que passam por estágios médios de regeneração, os remanescentes saltam de 7% para 27% (MMA/SBF, [s.d.]).

No Brasil, o Bioma Pampa fica restrito ao estado do Rio Grande do Sul, ocupando 63,17% da área do estado e 2,08% do território nacional. O Pampa já perdeu quase a metade da cobertura vegetal nativa dos seus 178.243 km<sup>2</sup> originais, sendo o segundo bioma brasileiro mais antropizado (IBGE, 2004; MMA/SBF, [s.d.]). O avanço do cultivo de exóticas (principalmente *pinus* e eucalipto) e a contaminação biológica promovida por elas e a expansão da cultura da soja e do arroz são os principais promotores do desmatamento no Pampa. O avanço da soja convencional e transgênica reduz o espaço dos campos naturais e pode degradar o solo com o uso de herbicidas. O cultivo do arroz muitas vezes é feito com a drenagem de banhados (charcos), espaços protegidos pela legislação e fundamentais para a reprodução e a alimentação de várias espécies da fauna silvestre.

O bioma Pantanal é a maior planície inundável do mundo. No Brasil ele se estende por 150.689 km<sup>2</sup>, reunindo um mosaico de diferentes ambientes que abrigam rica biota terrestre e aquática. Dos biomas extra-amazônicos, é o mais preservado, com 86,8% de sua cobertura nativa intacta, muito embora o seu frágil equilíbrio esteja ameaçado pelas novas tendências do desenvolvimento econômico regional. Os modelos tradicionais de pesca e pecuária estão sendo substituídos pela exploração intensiva, acompanhada de desmatamentos e alteração de áreas naturais (MMA/SBF, [s.d.], 2007).

Segundo Velez (2009), o Brasil não se pode mais prosseguir produzindo alimentos baseados apenas na lógica tradicional de substituição integral da vegetação natural por plantações homogêneas de espécies exóticas. É necessário identificar quais são as fisionomias predominantes em cada bioma a fim de estabelecer formas de aproveitamento sustentável e apropriado. Nesse sentido, os biomas de característica florestal como a Mata Atlântica e principalmente a Amazônia, tem como vocação o uso sustentável baseado no aproveitamento de recursos madeireiros e não-madeireiros, e não a conversão de florestas ainda existentes em áreas abertas. Já nos biomas de formações abertas, como o Pampa e o Pantanal, têm como vocação o uso sustentável dos seus campos em atividades pastoris, com o aproveitamento dos recursos forrageiros de espécies herbáceas nativas. Por sua vez, os biomas Cerrado e Caatinga apresentam perdas de cobertura natural mais acelerada que a Amazônia sem que haja uma prévia discussão mais aprofundada de como poderia se dar a sua utilização de modo a conciliar a uso econômico com a preservação.

#### 1.6.4 O desmatamento na Amazônia

Pouco expressivo até meados do século XX, o desmatamento da Amazônia aumentou exponencialmente a partir dos anos 1970 (FEARNSIDE, 1987) e desde então tem avançado com épocas de aumento e retração. Até 1980, o desmatamento totalizava cerca de 300 mil km<sup>2</sup>, ou 5,98% da AML. Entre 1980 e 2000, cerca de 280 mil km<sup>2</sup> foram incorporados à área desmatada, 11,55% da AML. Na década atual o ritmo do desmatamento diminuiu, mas o total acumulado de área desmatada é grande, na ordem de 738 mil km<sup>2</sup> (dado de julho de 2009), equivalendo à devastação de 14,70% da Amazônia Legal ou 17,64% do bioma Amazônia. O Gráfico 1 revela que, desde o início do monitoramento (1988), a média móvel anual do desmatamento é de 17.185,86 km<sup>2</sup>, o que se traduz em um acréscimo anual ao estoque desmatado na ordem de 0,34% na Amazônia Legal e 0,41% no bioma Amazônia.

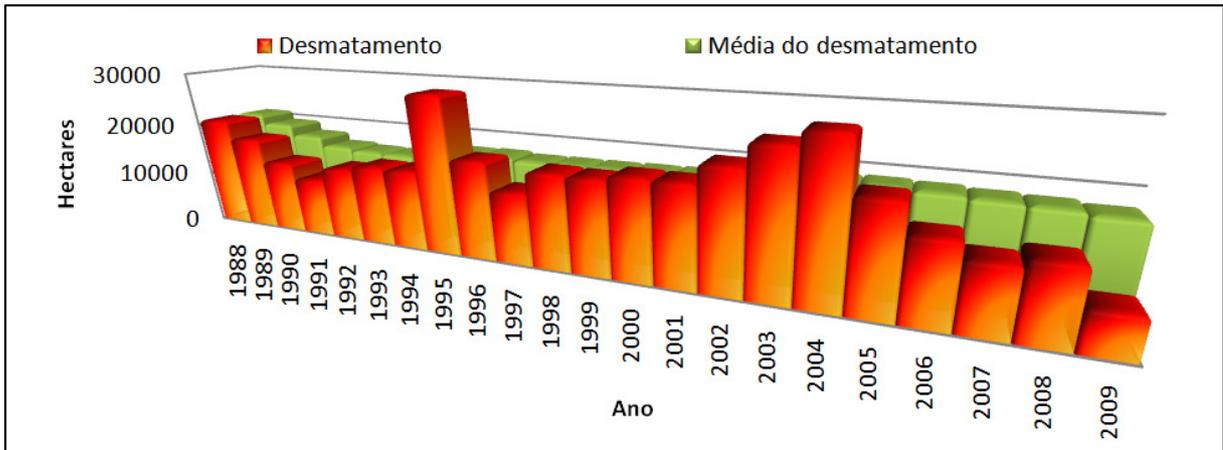


Gráfico 1: Taxas e média móvel anual do desmatamento na Amazônia Legal, 1988 – 2009.  
 Fonte: PRODES/INPE (INPE, [s.d.]). Elaboração do Autor.

Segundo Krug (2001), os dados anuais do PRODES permitiram entender que perto de 75% do desflorestamento da Amazônia Legal se concentra numa porção específica, conhecida como o arco do desflorestamento (Figura 6).

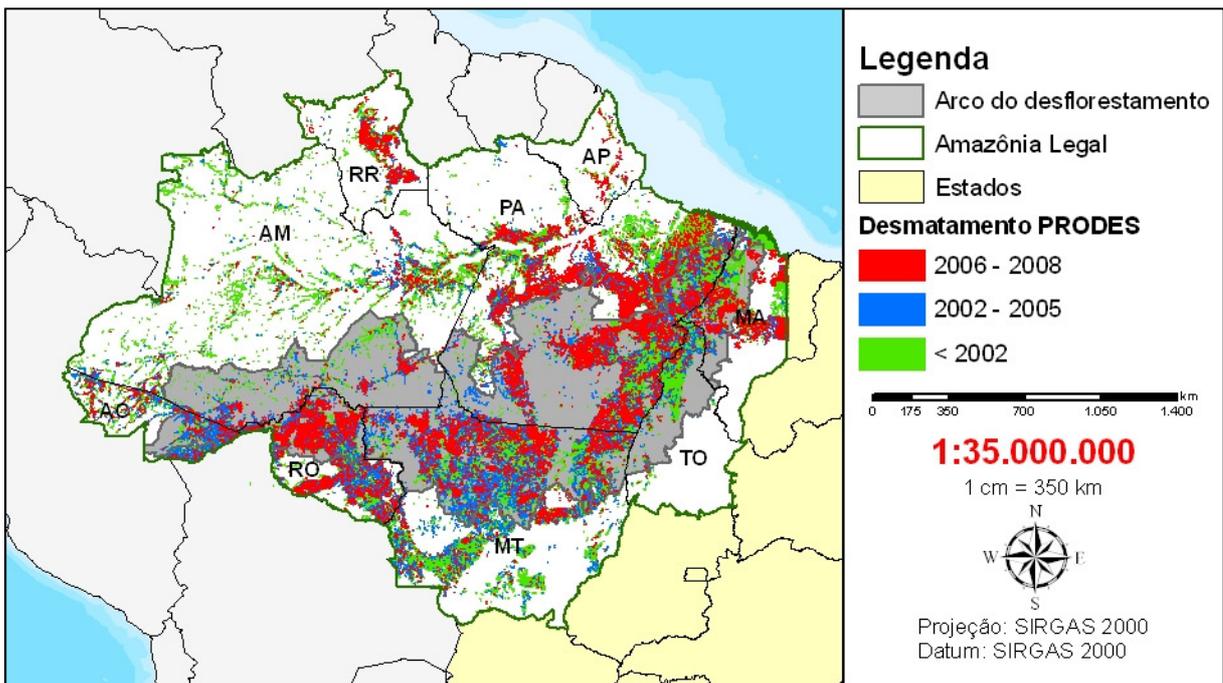


Figura 6: Abrangência do arco do desflorestamento na Amazônia Legal (2007). Escala 1:35.000.000.  
 Fonte: Graça; Maldonado; Fearnside (2007). Elaboração do Autor.

A região do arco do desflorestamento é considerada pelo governo federal como área crítica para a prevenção, combate e controle ao desmatamento. É também alvo de atenção especial dos técnicos do INPE envolvidos no PRODES, no intuito de identificar e reverter tendências e de coibir ações descaracterizadoras da cobertura florestal.

O desmatamento na Amazônia Legal abrange vários tipos de formação vegetal, tais como as derrubadas de florestas densas e de formações secundárias que assumem várias

tipologias, dependendo do prazo de regeneração. Assim, o desmatamento pode ocorrer em feições de vegetação secundária de capoeirão (mais de dez anos depois da última derrubada), capoeira (derrubada entre quatro e dez anos atrás), capoeirinha (entre dois e quatro anos atrás) e a juquirá (até dois anos atrás) (HOMMA, 1998).

### 1.7 DINÂMICA E CAUSAS DO DESMATAMENTO AMAZÔNICO

Conforme o INPE (2008a), a dinâmica do desmatamento na Amazônia se inicia com a retirada de madeiras nobres (T1, Figura 7). Em seguida se inicia a retirada das madeiras para construção civil. Depois são colhidas as árvores remanescentes de madeiras leves, usadas na fabricação de compensados e placas (T2, Figura 7). As árvores de menor porte são derrubadas e toda a vegetação rasteira é destruída pelo fogo. Sobram poucas árvores frondosas legalmente protegidas ou sem valor comercial.



Figura 7: Etapas do processo de desmatamento na região amazônica.  
Fonte: Adaptado de INPE (2008a).

É prática comum a introdução de capim nestas áreas desmatadas. Com isto, a pecuária se desenvolve em áreas ainda parcialmente cobertas com floresta. O capim e a cobertura florestal remanescente são queimados posteriormente, provocando uma segunda limpeza da área. Com o fogo, sobrevivem apenas cerca de 10% a 20% das árvores originais do dossel (T3, Figura 7). A adaptação do capim aos danos do fogo permite a sua rebrota. De novo há entrada do gado, degradando ainda mais a área. As queimadas subsequentes destroem completamente o que restou da floresta inicial (T4, Figura 7) (INPE, 2008a).

Conforme se verifica no Gráfico 2, abaixo, no período de 2002 - 2007 o desmatamento anual na AML começou com 25.133,10 km<sup>2</sup> e terminou com 11.384 km<sup>2</sup>, uma redução de 54,70% em seis anos. Todos os estados da AML reduziram o seu desmatamento no período, mas a importância individual de cada estado varia muito. Estados como o Pará, Mato Grosso e Rondônia respondem conjuntamente por 83,75% dessa redução, com valores de 35,50%, 34,91% e 13,34%, respectivamente. O estado que menos contribuiu na redução do período foi Roraima (3,77%), tendo uma participação de apenas 1,49% na redução total. O Tocantins, embora tenha reduzido em 73,58% o seu desmatamento, teve contribuição menor ainda que Roraima na redução total do desmatamento, na ordem de 0,87%.

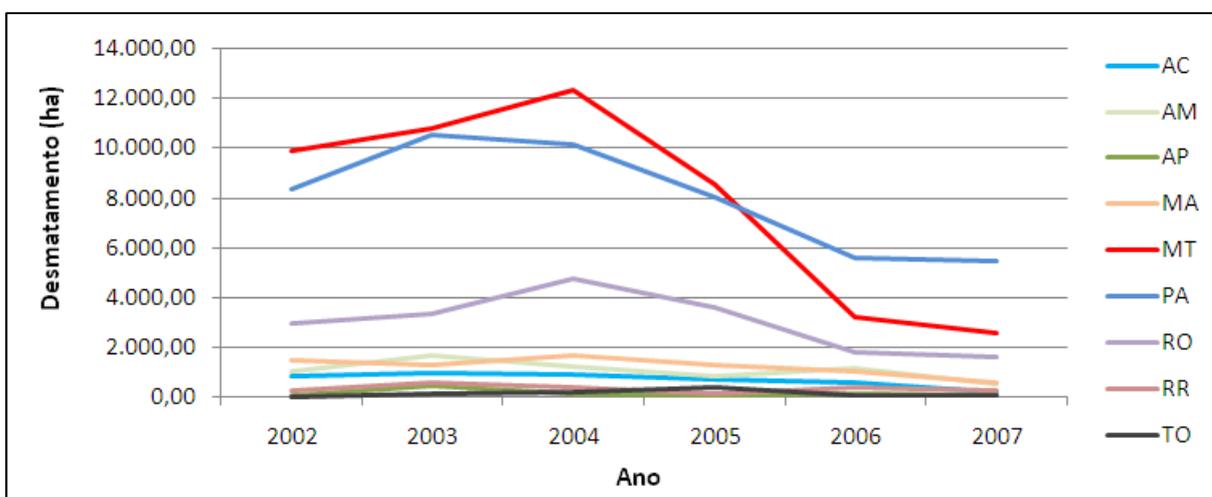


Gráfico 2: Dinâmica temporal do desmatamento na Amazônia Legal (2002 e 2007).  
Fonte: INPE, ([s.d.].ja). Elaboração do Autor.

A Figura 8 apresenta a espacialização do desmatamento na AML entre os anos de 2002 a 2007. Os dados sobre o desmatamento são do PRODES e estão amostrados no centróide dos municípios amazônicos (o tópico 5.2 apresenta a abordagem metodológica empregada na espacialização das variáveis). A abordagem espacial empregada na espacialização do desmatamento será utilizada também mais a frente com as variáveis de maior correlação estatística com as taxas do desmatamento, a fim de realizar uma comparação espacial e um diagnóstico dos processos de territorialização, desterritorialização e reterritorialização da variável espacializada.

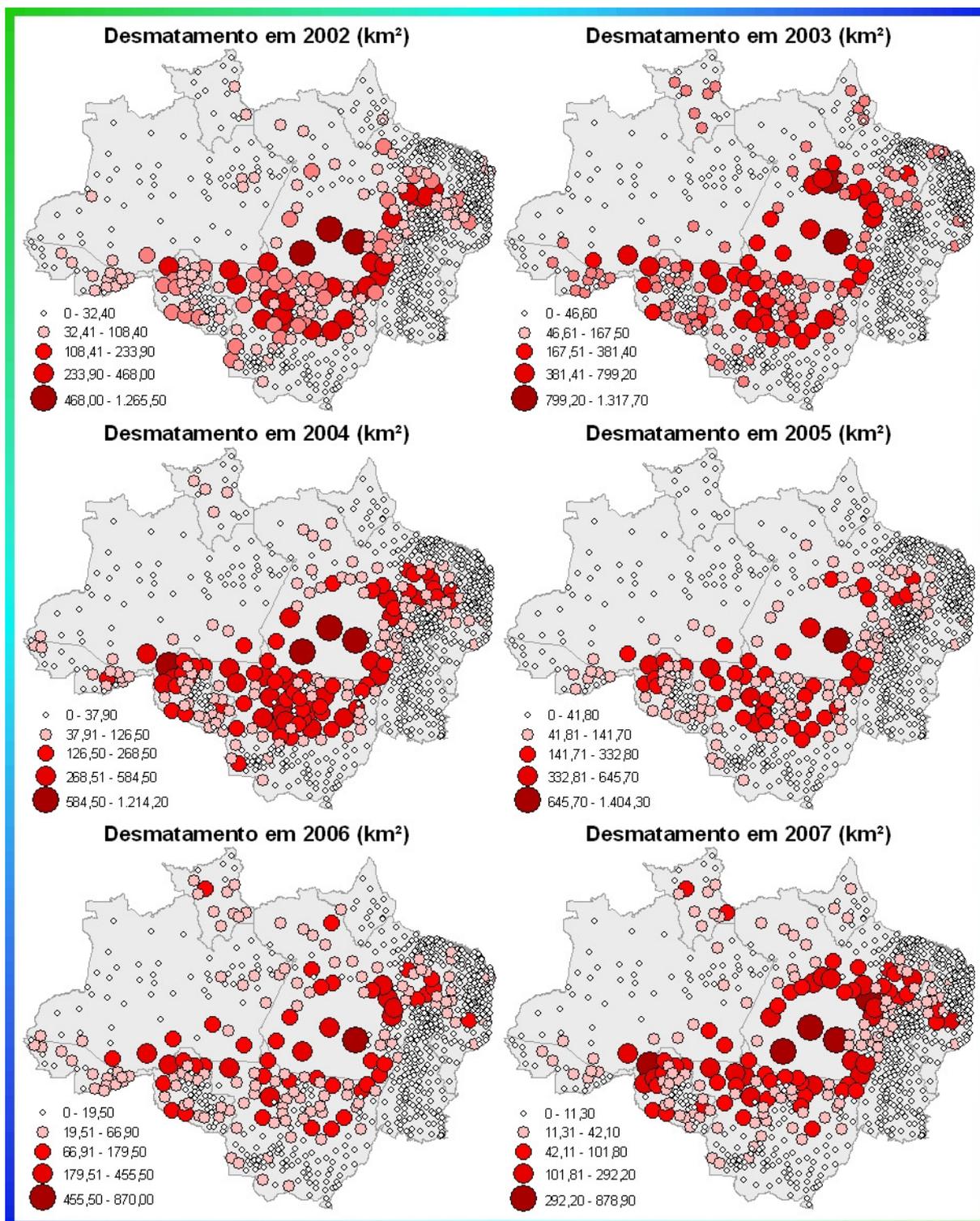


Figura 8: Abrangência do desmatamento na Amazônia Legal (2002 e 2007).  
 Fonte: PRODES/INPE (INPE, [s.d.]b). Elaboração do Autor.

A dinâmica do desmatamento na AML entre os anos de 2002 e 2007 se conforma espacial e temporalmente ao longo do arco do desflorestamento, principalmente nos estados do Mato Grosso, Rondônia e Pará. Mas, o desflorestamento também se manifestou, inclusive com maior evidência, na região denominada como a “terra do meio”, no Pará, e ao

longo da BR-163 (Rodovia Cuiabá-Santarém) até o entroncamento com a BR-230 (Rodovia Transamazônica).

Na dinâmica do desmatamento, estados como Roraima e Acre tiveram presença constante no período considerado. Por sua vez, o Amapá e Amazonas em quase nada contribuíram com as taxas do desmatamento, servindo inclusive como barreiras de contenção. Não se pode afirmar isso em relação ao Tocantins e Maranhão, uma vez que a contenção verificada é devida a inexistência de monitoramento do desmatamento e não pela sua ausência.

A consideração da parte leste e central de Roraima – que apresenta desmatamentos anteriores à 2002 e 2007 – com as áreas localizadas ao sul do Amapá e norte do Pará, nos informa que pode estar surgindo aí uma nova frente de desmatamentos. O IBGE inclusive já apontou isso na Pesquisa de informações básicas municipais, denominando essa nova frente de “Arco do desmatamento e das queimadas norte” (IBGE, 2005). Essa nova frente ainda pequena pode se tornar rapidamente num problema de grandes dimensões, podendo inclusive fugir do controle da fiscalização do poder público, como é o caso do que hoje ocorre no Arco do Desmatamento “sul”.

Sobre as causas do desmatamento, Margulis (2004) afirma que a maior parte do desflorestamento se deve basicamente à implantação de projetos agropecuários de larga escala. Do mesmo modo, Krug (2001) ao analisar dados do PRODES, indica que cerca de 20% do total de polígonos de desmatamento em áreas de floresta ombrófila densa e aberta são menores que 50 hectares e que 10% estão acima de 1.000 hectares, enquanto que 21% dos desmatamentos ocorridos em região de contato entre a Mata Amazônica e Cerrado teriam tamanho superior a 1.000 hectares. A autora sugere que essas diferenças estão associadas com a capacidade de desmatar, uma vez que os pequenos desmatamentos estão ligados à agricultura de subsistência ou da reforma agrária e os desmatamentos em região de contato estão associados à expansão agrícola ou criação de gado em escala comercial. Prates (2008) defende que o desmatamento é espacialmente desigual e motivado por diferentes fatores que incidem sobre os estados da Amazônia Legal. O Grupo de Trabalho Amazônico (GTA) afirma que o desmatamento atual é motivado pelo modelo de desenvolvimento imposto à Amazônia Legal a partir da década de 1970 (GTA, 2002).

Pesquisas recentes indicam a importância dos pequenos agricultores e dos assentamentos da reforma agrária nas taxas de desmatamento na Amazônia Legal. Analisando uma possível relação de causa e efeito entre assentamentos de reforma agrária e taxas de desmatamento, Machado (2002) verificou se houve mudanças significativas nos padrões de desmatamento posteriormente ao início das atividades agropecuárias dos assentamentos na região de Barreira Branca, no estado do Tocantins. Chegou à conclusão de que a dinâmica do desmatamento agravou-se após os assentamentos. Embora as áreas

abertas pelos assentados sejam bem menores que as do agronegócio, elas são significativas quando somadas umas às outras e são passíveis de detecção pelos sistemas sensores orbitais. Dados sobre as áreas desflorestadas (INPE, 2008b) e do Censo Agropecuário de 1995-1996 do IBGE ([s.d.]) demonstram que nas áreas de maior desmatamento amazônico há uma enorme concentração de propriedade das terras, ocorrendo nelas desmatamentos significativos, indicando que dentro das suas possibilidades humanas e técnicas, mais limitadas que as do agronegócio, os pequenos agricultores desmatam ou desejam desmatar tanto quanto o agronegócio.

Diferentes autores (FEARNSIDE, 1987, 2001, 2005; NEPSTAD *et al.*, 1999; CHOMITZ & THOMAS, 2000) também destacaram a importância dos agricultores itinerantes no processo de desmatamento, principalmente em função das necessidades de subsistência da população rural. Haveria um potencial para a agricultura itinerante desmatar cerca de dois mil km<sup>2</sup> anuais, o que corresponde a 11,6% da média anual histórica (de 1988 até 2009) de desmatamento amazônico, cifra nada desprezível.

Conforme Rodrigues (2004), os fatores que afetam o desflorestamento variam imensamente de lugar para lugar e, portanto, eles devem ser definidos a partir de estudos locais. Angelsen & Kaimowitz (1999) defendem que o desmatamento tende a ser maior quando as terras são mais acessíveis por rodovias, quando os preços dos produtos agrícolas e da madeira são mais altos, quando os salários pagos são mais baixos e quando existe escassez de empregos fora da área rural. Seguindo essa linha de eleger os fatores mais fortes do desmatamento, Alves (2002) afirma que o desmatamento se expande em torno das estradas e nas bordas das áreas já desmatadas. Brandão Jr. *et al.* (2007) procedem da mesma maneira, indicando que 92% do desmatamento na AML até 2003 concentraram-se em um raio de 5 km ao redor das estradas. Além disso, as estradas estão diretamente ligadas à exploração madeireira e à grilagem de terras (VERÍSSIMO, 1998). Quanto ao efeito das estradas sobre o desflorestamento, Rodrigues (2004) coloca que considerar as estradas como causadoras do desmatamento é uma visão limitada do problema, uma vez que ele é bem mais complexo. Margulis (2004) defende que não são as estradas por si mesmas que estimulam o desflorestamento, mas sim a viabilidade financeira da pecuária, a qual é ajudada pela existência de estradas. Os próprios pecuaristas e madeireiros as constroem, se a sua atividade for viável.

Sobre a grilagem, Margulis (2004) enfatiza a sua importância, uma vez que a pecuária e a sua respectiva rentabilidade são precedidas pela apropriação ilícita das terras, o que significa um subsídio público a essa atividade privada. Esse autor considera pequena a participação dos pequenos agricultores no desmatamento, pois eles “esquentam” a posse de terra, ou seja, tomam posse, conseguem o título de propriedade e depois vendem aos pecuaristas, muitas vezes com as pastagens formadas. Desse modo, embora façam parte

do início do processo, não importa o número de intermediários ou atores sociais envolvidos no processo, porque no fim do processo a terra passa para a mão de um pecuarista. No entanto, os pequenos pecuaristas têm papel importante no avanço e na consolidação das fronteiras, uma vez que estão associados às madeireiras e aos grandes empreendimentos (MARGULIS, 2004).

No mais, segundo Chomitz *et al.* (2007), as pressões sobre as florestas não desaparecerão tão cedo. Terras cultiváveis, pastos e plantações estão em expansão nas florestas naturais e é provável que continuem a se expandir nos próximos 30-50 anos. Na realidade, o agronegócio moderno não precisa mais de desmatamento, uma vez que os melhores lugares para a sua intensificação são os já desmatados, que têm infra-estrutura disponível, e não as áreas remotas – onde subsistem a biodiversidade e as florestas. No mais, o plantio direto e a integração lavoura/pecuária são formas mais sustentáveis do que as tradicionais de produção de alimentos, uma vez que permitem a recuperação de pastagens degradadas e o uso intensivo do solo, sendo cruciais para reduzir a pressão de desmatamento do agronegócio (GANEM, 2007).

## 1.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A definição clara e embasada de uma região para o estudo das taxas do desmatamento foi alcançada ao se analisar a dinâmica do desmatamento diagnosticado pelo PRODES nas diferentes concepções territoriais da região amazônica. Embora a Amazônia Legal não se configure em uma abordagem ideal, uma vez que o monitoramento do PRODES não avalia o desmatamento em toda a extensão dos seus cerrados, é a que mais se aproxima da metodologia do cálculo das taxas do INPE.

Ao discorrer sobre o termo desmatamento e a sua dinâmica mundial, pan-amazônica, nacional e amazônica, constata-se que o mesmo se configura em um problema que extrapola todas as abordagens geográficas, muito embora haja uma cobrança interna e externa fortemente direcionada à floresta amazônica situada no Brasil.

Embora não se configure como um consenso por parte da sociedade nacional e internacional, o estudo das principais causas do desmatamento no conjunto dos biomas brasileiros nos informa um preocupante paradoxo: a desconsideração das vocações naturais dos biomas brasileiros ao longo das últimas décadas vem convertendo paisagens naturalmente verdes (composta de elementos nativos) em paisagens artificialmente verdes (espécies exóticas). O desmatamento na Amazônia para a implantação da produção pecuária – movimento contrário à vocação florestal regional – e a substituição da pecuária no Bioma Pampa para implantação de projetos de silvicultura de grande escala, baseados em monoculturas de árvores exóticas – também de forma contrária à vocação pastoril do Pampa – formam o ápice desse paradoxo. Há um grande esforço de transformação de

florestas naturais viáveis para exploração econômica em campos artificiais e transformação de campos naturais também viáveis economicamente em florestas artificiais.

Não há consenso sobre as causas principais do desmatamento no bioma Amazônia, uma vez que ele é fruto de uma complexa interação entre atores na fronteira do arco do desflorestamento e, em menor proporção, nas áreas amazônicas adjacentes ao arco, afetadas pelas forças de expansão do arco.

Por ter uma economia tão internacionalizada e voltada para o exterior, o Brasil terá sempre de conviver com um monitoramento da opinião pública mundial sobre as suas opções de ocupação da Amazônia (DRUMMOND, 1989). Na busca de diminuir a pressão da opinião pública nacional e internacional ensejado pela divulgação das taxas de desmatamento, o governo brasileiro disponibilizou um arcabouço jurídico específico para o controle e combate ao desmatamento na Amazônia, tema do Capítulo 2.

## **CAPÍTULO 2 – POLÍTICAS PÚBLICAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DO DESMATAMENTO**

O presente capítulo pretende expor um panorama das normativas legais editadas especificamente para a prevenção e/ou controle do desmatamento, assim como das normas e/ou programas de monitoramento do desmatamento, oficiais e independentes. Primeiramente se faz breve exposição das políticas públicas de alcance nacional, seguida das específicas para a Amazônia, finalizando com os programas de monitoramento do desmatamento na Amazônia Legal dos governos federais e estaduais e de organizações da sociedade civil e privada.

### **2 POLÍTICAS PÚBLICAS NACIONAIS E AMAZÔNICAS**

Na maioria dos países, a preocupação com a defesa da natureza é um fenômeno recente. No Brasil, legalmente falando, ela vem de longa data (MIRANDA, 2007). Conforme Pádua (2002), as primeiras preocupações com o meio ambiente no Brasil se pautavam tão somente por uma finalidade de uso produtivo dos recursos naturais. Drummond (1999) observa que as primeiras legislações com preocupações ou reflexos na conservação do meio ambiente – a partir de 1605 – visavam tão somente reservar direitos de exploração dos recursos naturais à Coroa portuguesa, e não a preservação da natureza.

As legislações editadas pelo poder público nacional podem valer para uma região específica do Brasil ou abranger toda a sua extensão territorial. Como veremos no desenvolver deste capítulo, as legislações ambientais que protegem as florestas brasileiras seguem esse padrão.

#### **2.1 POLÍTICAS NACIONAIS**

As legislações que versaram sobre a proteção das florestas nativas ou sobre o ordenamento territorial trouxeram no seu arcabouço conceitual importantes instrumentos para a prevenção e controle do desmatamento, e não apenas para a região amazônica, mas para as florestas e outras formações vegetais do Brasil como um todo. Dentre outras, destacamos o Código Florestal de 1934 e 1965 (e alterações) e a Constituição Federal de 1988.

##### **2.1.1 O Código Florestal Brasileiro de 1934**

Apesar de o Brasil ser densamente florestado e de seus primeiros quatro séculos de história serem intimamente ligados à exploração florestal (DRUMMOND, 1999), foi somente em 23 de janeiro de 1934, através do Decreto n. 23.793, que se instituiu o primeiro Código Florestal Brasileiro. Essa primeira versão do código florestal instituiu a distinção entre

florestas “protetoras”, “remanescentes”, “modelo” e “de rendimento” (URBAN, 1998). Esse código instituiu que o conjunto de florestas localizadas no Brasil constituía um “bem de interesse comum” a todos os cidadãos, ficando o exercício do direito de propriedade sobre elas limitado às regras estabelecidas. Considerar as florestas em seu conjunto significava reconhecer que interessava à sociedade que as florestas fossem apreciadas como parte integrante da paisagem natural e do patrimônio coletivo, estendendo-se continuamente pelo terreno e, portanto, por todas as propriedades, públicas ou privadas. A expressão “bem de interesse comum a todos habitantes do País” já indicava a preocupação do legislador com a crescente dilapidação do patrimônio florestal do País, a qual prevaleceria enquanto os particulares tivessem amplo poder de dispor das florestas (AHRENS, 2003).

Peters (2003) defende que, a partir do Código Florestal de 1934, não mais pertencem ao proprietário as florestas que cobrem o solo de sua propriedade, e, portanto, não lhe é dado o direito irrestrito de destruí-las, em parte e no todo. Pelo contrário, ele está obrigado a preservá-las, até mesmo contra atos de terceiros.

Conforme Drummond (1999), houve avanços na preservação ambiental a partir do Código Florestal de 1934, tais como a disposição de “preservação permanente” para as florestas classificadas como “protetoras” – que evoluíram para a figura jurídica de “áreas de preservação permanente” (APP) no Código Florestal de 1965. Foi também do código de 1934 que vieram as primeiras normativas para a criação de parques nacionais. No entanto, segundo Bacha (2004), as medidas previstas no código de 1934 não foram prioridades para o governo daquela época, que estava mais preocupado na industrialização do País e na interiorização da agricultura e pecuária.

### 2.1.2 O Código Florestal Brasileiro de 1965 e as suas alterações

No dia 15 de setembro de 1965 o Congresso Nacional aprovou a lei n. 4.771, que instituiu o Novo Código Florestal Brasileiro. Ele levou 17 anos para ficar pronto, refletindo a lentidão com que os parlamentos processam legislações muito abrangentes (DRUMMOND, 1999), embora por vezes sejam lépidos para modificá-las quando afetam interesses de seus correligionários, haja vista a atual movimentação da “bancada ruralista” do Senado para modificar o código de 1965.

Esse código indicava em seu artigo 1º que as florestas existentes no território nacional são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, juntamente com as demais formas de vegetação nativa (DRUMMOND, 1999). Nele se verifica a figura modificada de APP do código de 1934 e a nova figura da Reserva Legal, que originalmente estabeleceu percentagem de 50% na Amazônia Legal e de 20% nas demais regiões brasileiras. Na década de 1960, menos de 1% da AML havia sido desmatada (FEARNSIDE, 1980), não havendo pressão antrópica excessiva sobre os recursos naturais da região.

Portanto, não era objetivo específico do novo código reduzir o desmatamento na Amazônia, uma vez que ele não ocorria de forma significativa (SIQUEIRA & NOGUEIRA, 2000).

Mercadante (2001) relata que o Código Florestal de 1965 foi objeto de modificações importantes, principalmente no que diz respeito à Amazônia Legal. No primeiro semestre de 1996, o governo brasileiro recebeu informações alarmantes sobre o desmatamento na Amazônia. Temendo a repercussão doméstica e internacional, o governo adotou duas medidas de natureza normativa: o Decreto 1.963 de 25 de julho de 1996, que previa moratória de dois anos na concessão de novas autorizações no corte de mogno (*Swietenia macrophylla* King.) e virola (*Virola surinamensis* Warb.); e a medida provisória (MP) 1.511 de 25 de julho de 1996, que aumentou a Reserva Legal nas propriedades rurais da Amazônia de 50% para 80%. Esta MP também proibia novos desmatamentos em propriedades com áreas abandonadas, subutilizadas ou utilizadas de forma inadequada (MERCADANTE, [s.d.]). Estas medidas foram tomadas à véspera da reunião de avaliação do “Programa Piloto para a Conservação das Florestas Tropicais Brasileiras” (PPG7) na Alemanha e da “Semana da Amazônia” em New York, oportunidades em que as políticas do governo brasileiro para a região seriam objeto da atenção crítica da opinião pública e da imprensa internacional (BENJAMIN, 2000).

Ao longo das 67 reedições da MP 1.511, os congressistas ligados aos interesses do agronegócio conseguiram impor modificações descaracterizadoras, transformando-a de instrumento de defesa das florestas da Amazônia em veículo de enormes retrocessos no Código Florestal de 1965. A gênese dessas modificações deu-se no projeto de conversão da MP 1.511, do Deputado Moacir Micheletto (PMDB-PR), parlamentar ruralista do estado do Paraná (BENJAMIN, 2000). Assim, a MP 1.511 de 1996 foi sucessivamente descaracterizada através da inserção de inovações técnico-jurídicas. Dentre essas inovações, Benjamin (2000) condena principalmente a inserção da possibilidade de compensação de reservas legal e APPs. Para este autor, as APPs e a reserva legal não se compensam, pois, biologicamente falando, isso é impossível (BENJAMIN, 2000, p. 18). Aponta o autor também para a desvirtuação do próprio sentido ecológico da reserva legal, quando se permite a sua recuperação com espécies exóticas.

Outra inovação condenável apontada por Mercadante (2001) é o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), que ele considera uma das mais enganosas. O ZEE promete um desenvolvimento equilibrado e cientificamente fundamentado, ajustado às condições ecológicas, sócio-culturais e econômicas de cada local, acima e além das disputas políticas. Para Mercadante (2001), lamentavelmente não é o ZEE que determina o modelo de desenvolvimento, mas é o modelo de desenvolvimento que determina o ZEE. A escolha do modelo de desenvolvimento é uma escolha política e precede a elaboração do ZEE. Assim, o zoneamento não aponta alternativas ao modelo de devastação florestal, mas tão somente

consolida esta prática nas áreas onde já ocorre, ao mesmo tempo em que reserva áreas futuras para a sua continuidade.

Sobre o instrumento de reserva legal na Amazônia Legal, previsto no artigo 16 do Código Florestal de 1965, grande parte da opinião pública identifica a reserva legal de 80% nas áreas do Bioma Amazônia e de 35% nas áreas do Bioma Cerrado como o quinhão da Amazônia que deveria permanecer preservado (RIVA; FONSECA; HASENCLEVER, 2007). No entanto, há em curso uma forte contestação da sua aplicação como atualmente formatada. Essa contestação parte de algumas lideranças do Congresso Nacional, com base em “argumentação científica”<sup>7</sup>. Segundo Benjamin (2000), o código de 1965 é uma lei revolucionária, inovadora e complexa e, por isso mesmo, incompreendida<sup>8</sup>, embora seja essencial no arcabouço legislativo de proteção dos ecossistemas nacionais.

### 2.1.3 A Constituição Federal de 1988

Tendo como principal negociador o deputado federal Fábio Feldman (PV-SP), uma “frente ambientalista” constituída de 60 dos 550 constituintes, redigiu um capítulo inteiro sobre meio ambiente e negociou a sua inclusão na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (DRUMMOND, 1999). Além desse capítulo específico sobre o meio ambiente (Capítulo VII), a Constituição de 1988 estabelece que a proteção do meio ambiente (art. 23, III) e das florestas (art. 23, VI) é uma competência administrativa comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Afirma ainda que as competências desses entes de legislar sobre as matérias de florestas (art. 24, VI) e de responsabilização por dano ao meio ambiente [...] e paisagístico (art. 24, VII) são concorrentes (BRASIL/SENADO FEDERAL, 2005).

Embora a competência (leia-se também responsabilidade) pela proteção do meio ambiente e florestas seja comum (de todos) aos entes da federação, a cada ano, quando é anunciada a taxa do desmatamento da Amazônia, a imprensa busca o Ministério do Meio Ambiente para indagar sobre as ações de controle e combate ao desmatamento. Raramente alguém procura governadores, prefeitos ou mesmo os proprietários de terras, embora existam informações sobre as taxas estaduais e municipais de desmatamento (MENEZES,

---

<sup>7</sup> A senadora Kátia Abreu (DEM-TO), presidente da Confederação Nacional de Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), lidera o movimento para a constituição de um novo “código florestal”. Municia-se de “argumentação científica” a partir da pesquisa “Alcance territorial da legislação ambiental e indigenista” (MIRANDA, *et al.*, 2008). O problema aqui não é tão somente o estudo, o pesquisador ou o viés da instituição EMBRAPA, mas principalmente a apropriação deste estudo como um dogma, invalidando qualquer outra argumentação científica.

<sup>8</sup> Antônio Herman de Vasconcelos e Benjamin fundamenta que o código florestal de 1965 é revolucionário porque impõe a proteção florestal em um país cuja história se baseia na destruição permanente da natureza; é revolucionário na concepção jurídica, pois no arcabouço legal brasileiro, propriedade rural com floresta preservada não cria direitos nem concretiza o domínio, trazendo apenas o ônus de ser tachada de improdutiva. É revolucionário politicamente uma vez que ainda hoje não deixa de ser surpreendente ele ter sido aprovado em plena ditadura militar, vigiada por um congresso representante das oligarquias rurais. Para Benjamin (2000),

2001; AHRENS, 2003). Acrescenta-se que a Constituição de 1988 coloca que até mesmo as futuras gerações têm direitos sobre a existência das “florestas e demais formas de vegetação”, posto que em seu Art. 225 se lê que (BRASIL/SENADO FEDERAL, 2005):

Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo, e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Segundo Kohlhepp (1992), o texto do artigo 225 tem um caráter extremamente geral. Ele diz ainda que na época as modalidades de implementação careciam de referenciais práticos, embora o autor considere também que tenha sido positiva a sua incorporação junto à Constituição de 1988. Em síntese podemos dizer que se aqueles que integrarão as futuras gerações são detentores de direitos, então os que integram a geração atual, por óbvio, têm deveres e obrigações para com elas (AHRENS, 2003).

## 2.2 POLÍTICAS AMAZÔNICAS

Desde que Francisco Alves Mendes Filho (“Chico Mendes”) foi à reunião anual do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), em março de 1987, para expor ao mundo os problemas ocasionados pelos seus empréstimos internacionais (BECKER, 2005), consolidou-se uma forte pressão internacional, posteriormente também nacional, para que as taxas do desmatamento regional fossem controladas pelo governo, especificamente o federal. Esta pressão, materializada internamente e desde sempre pelas organizações não-governamentais (ONGs), pesquisadores nacionais e internacionais, e mais tarde pelos bancos financiadores da infra-estrutura regional amazônica e pela mídia televisiva e jornalística, fez com que surgissem diferentes iniciativas governamentais visando controlar e combater o desmatamento na Amazônia Legal.

Estas iniciativas poderiam ser sistematizadas pela ordem em que surgiram (cronologia temporal) ou pela gestão que as efetivou (recorte político). No entanto, preferiu-se abordar o assunto a partir da escolha de dois momentos distintos. O primeiro momento é constituído pelas políticas públicas de prevenção e controle do desmatamento amazônico anteriores ao Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM), o segundo momento é caracterizado pelo próprio PPCDAM. Esta diferenciação basicamente visa:

- situar os avanços legais anteriores ao PPCDAM;

---

somente a certeza da inaplicabilidade e exigibilidade da lei (a exemplo do código de 1934) explica sua promulgação.

- dar ao PPCDAM a devida importância na contenção do desmatamento, uma vez que ele pode ser considerado como a única política pública que se dispôs a frear o desflorestamento por meio de estratégias diferenciadas, comprometimentos interministeriais no âmbito federal, ao mesmo tempo em que busca envolver os Estados e municípios amazônicos na implementação de suas ações.

### 2.2.1 Políticas anteriores ao PPCDAM

Iremos discorrer primeiramente sobre a política federal pioneira de contenção do desmatamento amazônico, o programa Nossa Natureza. Expõe-se a seguir o Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedade Rural (SLAPR), iniciativa estadual mato-grossense de redução dos desmatamentos irregulares de vegetação nativa, que mais tarde tornou-se política pública federal. Por último, será examinado o Plano Amazônia Sustentável (PAS), criado no âmbito do governo federal. Existem outras políticas que poderiam ser discutidas aqui, tais como o recente Plano Nacional de Mudanças Climáticas do governo federal, a primeira política governamental a impor metas claras de redução de desmatamento na Amazônia, mas as políticas acima mencionadas serão suficientes para dar um panorama das políticas anteriores ao PPCDAM.

#### 2.2.1.1 O Programa Nossa Natureza

O primeiro esforço governamental importante para reprimir o desmatamento amazônico ocorreu em 1988, com o programa Nossa Natureza (FEARNSIDE, 2005). Ele foi lançado com grandes recursos propagandísticos e foi amplamente discutido por ocasião da Assembleia Constituinte de 1988 (KOHLEPP, 1992). Tinha como objetivo básico disciplinar a ocupação humana e promover uma exploração racional da Amazônia Legal, com base no ordenamento territorial, em conformidade com o artigo 21 da Constituição de 1988 (MILLIKAN, 2000). O Decreto 96.944 de 12 de outubro de 1988 criou o “Programa de Defesa do Complexo de Ecossistemas da Amazônia Legal”, nome oficial do Programa Nossa Natureza. O decreto definiu como finalidade do programa o estabelecimento de condições para a utilização e preservação do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis na Amazônia Legal, mediante a concentração de esforços de todos os órgãos governamentais e a cooperação dos demais segmentos da sociedade com atuação na preservação do meio ambiente. (BRASIL/SENADO FEDERAL, 1988).

O programa foi resultado direto das críticas feitas por instituições internacionais, governos estrangeiros e ONGs, bem como pela crítica formulada no âmbito nacional, especialmente por parte do movimento ambientalista brasileiro, ainda em formação (PÁDUA, 1992). Ele tinha como objetivos primordiais controlar o processo de ocupação

regional e mudar a imagem internacional do Brasil. Para tanto, ele limitou os incentivos fiscais federais para a atividade pecuária em áreas degradadas pelo desmatamento e fortaleceu a capacidade de fiscalização do governo. Vários projetos de vias de transporte e geração hidrelétrica foram cancelados ou adiados, o que reduziu em parte o ímpeto da valorização fundiária e a abertura de novos acessos à floresta virgem. As taxas de desmatamento amazônico caíram muito no período de 1989 a 1991, período de vigência do programa Nossa Natureza, mas conforme Smeraldi *et al.* (1996), não se pode afirmar com certeza se o programa foi o responsável por esse recuo nas taxas de desmatamento. Do mesmo modo, contextualizando e analisando os resultados do programa Nossa Natureza, Allegretti (2001) afirma que seus resultados não conseguiram interferir na dinâmica de curto prazo em curso na Amazônia Legal.

#### 2.2.1.2 O Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedades Rurais (SLAPR)

Outra política pública declaradamente focada no controle do desmatamento é o “Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedade Rural”, mais conhecido pela sigla SLAPR. Ele foi desenvolvido pela Fundação Estadual de Meio Ambiente do Mato Grosso (FEMA/MT) a partir do ano de 1998, com o objetivo principal de reduzir os desmatamentos irregulares de vegetação de nativa (florestas e cerrados) em imóveis rurais. A metodologia inovadora, que associou informações fundiárias, ambientais e produtivas georreferenciadas com ações de controle em campo, recebeu apoio do Subprograma de Políticas de Recursos Naturais – SPRN (do PPG7) (ISA & ICV, 2006).

Em 2001 o INPE divulgou a estimativa de desmatamento na Amazônia Legal para o ano de 2000. Os valores estimados apontavam um incremento de 5,60% em relação a 1999. Ao mesmo tempo, as atividades de monitoramento e controle do desmatamento no Mato Grosso foram consideradas promissoras pelo governo federal, devido à redução na ordem de 8,53% da taxa de desmatamento. Diante disso, o MMA incorporou a experiência do Mato Grosso e a transformou em política pública para a Amazônia Legal. Em 2002, outros estados amazônicos iniciaram a implantação de seus SLAPR, usando recursos do SPRN e de outras fontes. Em 2005, segundo o Instituto Socioambiental e do Instituto Centro de Vida (ISA & ICV, 2006), Acre, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins estavam com as suas bases cartográficas elaboradas, enquanto Amazonas, Pará e Roraima tinham aberto processo de licitação para implantar os seus SLAPR.

A implantação do SLAPR é uma ação estruturante, cujos resultados ficam visíveis a médio e longo prazo. Esta ação é sustentada no tripé monitoramento, licenciamento e fiscalização de atividades agropecuárias e florestais, incluindo instrumentos como incentivos econômicos e outras políticas públicas que reorientem as atividades produtivas rurais, conduzindo-as à sustentabilidade. A atuação eficiente do poder público na identificação das

infrações e na responsabilização dos infratores é elemento estratégico para a efetividade do controle ambiental proposto pelo SLAPR (ISA & ICV, 2006).

De enorme potencial, o SLAPR necessita de aperfeiçoamentos na sua gestão, de transparência e controle social, de efetividade na responsabilização de infratores, de articulação com instituições ambientais e fundiárias e de políticas públicas favoráveis a seu funcionamento (MARQUESINI *et al.*, 2008). Abdala & Rosa (2008) apontam que, apesar dos avanços pontuais, especialmente na área de preparação de bases cartográficas, a implantação do SLAPR tem ocorrido num ritmo excessivamente lento, apresentando uma série de fatores limitantes que merecem análise cuidadosa e soluções adequadas.

Por mais absurdo que isto seja, as maiores vantagens do SLAPR são também as suas maiores limitações: a transparência e a impessoalidade nas autorizações. Se implantado com todo o rigor, é praticamente imune a fraudes, uma vez que é possível detectar irregularidades e comparar os avanços e retrocessos nas taxas de desmatamento em períodos curtos (quinzenalmente) ou mesmo em agregados mensais ou anuais. Ele também racionaliza a fiscalização que, em campo, sabe exatamente onde ocorrem as infrações. A eficácia do sistema é tanta que o torna politicamente incômodo, uma vez que, quando instalado, não deixa margem para atendimento de pleitos de tratamento diferenciado. Por esta razão, os governos estaduais relutam em implantar o SLAPR plenamente (ISA & ICV, 2006).

#### 2.2.1.3 O Plano Amazônia Sustentável (PAS)

De acordo com o gabinete do MMA (MMA/GABMIN, 2008), a concepção do Plano Amazônia Sustentável deu-se em Rio Branco – Acre, em 9 de maio de 2003, em reunião do Presidente Lula com os governadores dos estados da Região Norte, que gerou um termo de cooperação. Em junho de 2003 foi criada a Comissão de Coordenação Interministerial do PAS, sob a coordenação do Ministério da Integração (MI), com o MMA na Secretaria Executiva. Em outubro de 2003 a versão preliminar do PAS já tinha sido elaborada e norteou as ações governamentais na Amazônia. Coube ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, e à Casa Civil, a ação de compatibilização do processo de elaboração do PAS com o de planejamento participativo do PPA 2004-2007, dando especial atenção à articulação com os estados (BRASIL/PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2008). Riechel (2008) informa que para o PAS, o período de 2003 até 2007 corresponde tão somente a um “engavetamento” de suas atividades até a data do seu lançamento oficial, ocorrido em 8 de maio 2008.

As diretrizes estratégicas do PAS nortearam a implementação e execução de várias políticas públicas na região. Pode-se mencionar, dentre os principais desdobramentos do PAS (BRASIL/PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2008):

- (i) ações do Plano BR-163 Sustentável, com destaque para a criação do Distrito Florestal Sustentável da BR-163;
- (ii) operações conjuntas (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Polícia Federal e Exército) de combate aos desmatamentos ilegais e à grilagem de terras públicas, desenvolvidas no âmbito do PPCDAM;
- (iii) elaboração do Plano de Desenvolvimento Territorial Sustentável para o Arquipélago do Marajó; e
- (iv) ações integrantes do programa Territórios da Cidadania.

O conceito de desenvolvimento sustentável adotado pelo governo federal para a Amazônia está amparado em sete eixos estratégicos (MMA/GABMIN, 2008):

- (i) regularização fundiária e zoneamento ecológico-econômico;
- (ii) alternativas de produção ambientalmente e economicamente viáveis;
- (iii) medidas contra o desmatamento, alocação de mais funcionários nas UCs e solução negociada para resolver a situação dos ocupantes destas áreas;
- (iv) adoção de métodos de agricultura apropriados para os Biomas Amazônia e Cerrado, aproveitando áreas atualmente ocupadas com pastagem;
- (v) implementação da indústria da madeira certificada e da certificação da exploração mineral;
- (vi) construção de um paradigma multimodal para o transporte, combinando vias aquática, terrestre e aérea; e
- (vii) promoção do conhecimento e da capacitação no ensino médio.

Em 30 de maio de 2008 foi assinado o Decreto s/n. que constituiu a Comissão Gestora do PAS. Ela foi formada por 13 ministérios e representantes dos governos dos estados da AML. Por indicação presidencial, a coordenação da Comissão coube ao Ministro Extraordinário de Assuntos Estratégicos, Roberto Mangabeira Unger (FMA, 2008). Dentre as principais razões<sup>9</sup> da entrega do cargo, a indicação de Mangabeira para a coordenação do PAS é tida como a gota d'água na saída de Marina Silva do MMA.

---

<sup>9</sup> Segunda FMA (2008), são sete as principais razões da saída de Marina Silva da pasta de Meio Ambiente: (1) Pressões para revogação da norma do Banco Central, que estabelece a exigência de licença ambiental na concessão de crédito para a Amazônia. (2) Criação de unidades de conservação praticamente paralisada no segundo mandato de Lula, apesar de sua insistência. (3) Articulação política para eliminar a restrição de que os proprietários de terras na Amazônia não desmatem mais que 20% de suas terras. (4) Nova política industrial que ignora a questão ambiental. (5) Explosão do desmatamento em 2004 e concessão do licenciamento ambiental para as obras de transposição do Rio São Francisco e das grandes hidroelétricas da Amazônia, sob forte pressão da ministra da Casa Civil, Dilma Roussef. (6) Decisão de construir Angra três e outras usinas nucleares. (7) Indicação do ministro Mangabeira Unger para gerir o Plano Amazônia Sustentável (PAS), realizado em

O PAS é um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento das políticas públicas para a Amazônia, pactuadas com os governos estaduais. Em outras palavras, pretende ser o guarda-chuva conceitual na elaboração destas políticas. No entanto, deve ser encarado tão somente como uma declaração de intenções, ou como diretrizes gerais, já que não estabelece prazos e metas nem discrimina as ações que devem ser realizadas para que seus sete eixos estratégicos sejam concretizados.

### 2.2.2 O Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAM

Em junho de 2003, o INPE divulgou os resultados do monitoramento do desmatamento entre agosto de 2001 e julho de 2002 na Amazônia Legal. Os resultados apontaram um crescimento acelerado do desmatamento, 36,48% maior que a taxa de agosto de 2000 a julho de 2001. Como resultado desses dados, o Presidente Lula assinou o Decreto s/n. de 3 de julho de 2003, que estabeleceu um Grupo Permanente de Trabalho Interministerial incumbido de propor medidas e coordenar ações para a redução dos índices de desmatamento na Amazônia. Foi este grupo permanente que propôs o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia legal, mais conhecido pela sigla PPCDAM, lançado em 15 de março de 2004 (BRASIL/CASA CIVIL, 2004; INPE, 2008b).

O PPCDAM se baseia em um diagnóstico da dinâmica do desmatamento e a partir dele estipula diretrizes estratégicas baseadas na implementação de um conjunto integrado de políticas estruturantes, inclusive medidas emergenciais, visando reduzir as taxas de desmatamento na Amazônia brasileira. No plano original, atualmente em revisão, são propostas ações integradas de ordenamento territorial e fundiário, monitoramento e controle, fomento às atividades produtivas sustentáveis e infra-estrutura, envolvendo parcerias entre órgãos federais, governos estaduais, prefeituras, entidades da sociedade civil e o setor privado (BRASIL/CASA CIVIL, 2004). Marquesini *et al.* (2008) argumentam que o PPCDAM tem o grande mérito de que, pela primeira vez, o governo federal reconheceu que o desmatamento tem causas complexas que só poderiam ser combatidas de forma consistente se todo o governo estivesse envolvido, e não apenas o MMA e os órgãos ambientais. Colocado sob coordenação direta da Casa Civil da Presidência da República, o plano envolveu 13 ministérios<sup>10</sup> e as suas autarquias – inclusive aqueles que financiam ou promovem a destruição das florestas.

---

solenidade de lançamento do programa, na qual estava a Ministra. Para assessores e amigos próximos, esta atitude presidencial foi a gota d'água.

<sup>10</sup> Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Ministério da Defesa (MD), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Ministério do Desenvolvimento,

Após a implementação do PPCDAM, entre 2003 e 2004 houve um esperado incremento nas taxas de desmatamento, seguido de 2004 até 2009 da mais forte queda desde que o desmatamento é monitorado. A partir da taxa do desmatamento de 2004, início da implementação do PPCDAM, os percentuais de desmatamento diminuíram na ordem de 31,54% em 2005, 48,88% em 2006, 58,11% em 2007, 53,51% em 2008 e 74,77% em 2009 (INPE, [s.d.].a). Aliás, a taxa do desmatamento para o ano de 2009 foi a menor desde 1988, início das atividades de monitoramento do desmatamento pelo PRODES.

Pesquisadores ligados às instituições independentes de pesquisa – IMAZON e Greenpeace, respectivamente (BARRETO; PEREIRA; ARIMA, 2008 e MARQUESINI *et al.*, 2008) defendem que foi um conjunto de fatores externos e não-controláveis pelo PPCDAM que promoveram este surpreendente declínio. A controvérsia sobre a queda das taxas ter ou não como causa a implementação do PPCDAM deve ser objeto de análise objetiva, baseada em metodologias econométricas e espaciais, a fim de verificar a efetividade<sup>11</sup> do programa, uma vez que a eficácia<sup>12</sup> foi demonstrada nas taxas anuais posteriores à sua implementação. Infelizmente, não há dados disponíveis, mesmo agregados por estados, que permitam esta abordagem. Outro problema é a inexistência de metas claras e mensuráveis no arcabouço técnico do PPCDAM, dificuldade relatada por Marquesini *et al.* (2008).

### 2.3 MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO AMAZÔNICO

O Brasil é considerado um país singular no que tange à situação da cobertura florestal da sua região amazônica. Esta singularidade está associada tanto à frequência com que os desmatamentos são observados quanto à extensão geográfica abrangida por eles. De acordo com Krug (2001), na maioria dos países tropicais o monitoramento da cobertura florestal é feito a cada cinco ou dez anos e de forma não necessariamente abrangente. O programa do INPE de monitoramento do desmatamento e queimadas na Amazônia é muito completo e eficiente, uma vez que conta com diferentes abordagens para a detecção do desmatamento, compreendendo a detecção do início do processo (degradação), com indicativos em tempo quase real, diagnóstico do corte raso e detecção de focos de calor produzidos por queimadas. Ele é crucial para a análise e a compreensão do avanço e das possibilidades de contenção do desmatamento. Atualmente O programa do INPE conta com quatro sistemas operacionais: PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS (INPE, 2008b).

---

Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Ministério da Integração Nacional (MI), Ministério da Justiça (MJ), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério das Minas e Energia (MME), Ministério dos Transportes (MT), e Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A partir do lançamento do plano em 2004, passaram a integrar o grupo o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) e o Ministério das Relações Exteriores (MRE).

<sup>11</sup> Efetividade é a capacidade de se produzir um efeito, que pode ser positivo ou negativo. O que possui eficácia não necessariamente é efetivo, ou seja, a diminuição do desmatamento após o lançamento do PPCDAM pode ter sido apenas uma coincidência.

<sup>12</sup> Eficácia diz respeito à relação entre os resultados obtidos e os objetivos pretendidos. No caso, o PPCDAM objetivava principalmente reduzir o desmatamento, o que de fato ocorreu.

### 2.3.1 Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia – PRODES

Desde 1988 o PRODES disponibiliza a taxa anual e oficial do desmatamento para todos os estados da Amazônia Legal. A partir de 2003 o programa adotou uma metodologia baseada no processamento digital de imagens de sensoriamento remoto (PRODES digital), o que possibilitou divulgar também a dinâmica do desmatamento. Antes de 2003, a dinâmica do desmatamento era analógica e não ficava acessível nem mesmo a outros órgãos do governo. Isso teve graves consequências, pois reduziu muito a capacidade do governo e da sociedade de combater o desmatamento (CÂMARA; VALERIANO; SOARES, 2006).

Resumidamente, conforme INPE ([s.d.]a), a metodologia do PRODES consiste:

- (i) na seleção de imagens do sensor TM (*thematic mapper*) acoplado ao satélite LANDSAT ou do sensor CCD (*charge coupled device*) do satélite CBERS com menores coberturas de nuvens e com datas de aquisição as mais próximas possíveis a 1º de agosto (referência para o cálculo de desmatamento);
- (ii) na aplicação de algoritmo de mistura espectral e segmentação dos componentes vegetação, solo e sombra;
- (iii) na classificação não-supervisionada, seguida do mapeamento das classes não-supervisionadas em classes informativas (desmatamento do ano, floresta etc.); e
- (iv) na edição do resultado e na elaboração de mosaicos das cartas temáticas de cada unidade federativa.

O resultado final é a estimativa do desmatamento em função de um conjunto de imagens orbitais, expressa numa taxa anual projetada (INPE, [s.d.]a).

Devido à resolução espacial das imagens originais, isto é, devido ao tamanho da área no terreno resumido no valor de dado (pixel) das imagens de satélite (EASTMAN, 1998), a detecção apresenta limitações em termos de área mínima de identificação. Até 1997, o PRODES mapeava anualmente somente as áreas desmatadas maiores que 6,5 hectares. Desde então, houve melhoras nas técnicas de mapeamento, mas ainda não se incluíam os desmatamentos menores que três hectares. Por essa razão, pequenos desmatamentos para agricultura de corte e queima e as ocupações incipientes podiam ficar “ocultos” até que atingissem tamanhos maiores (BARRETO *et al.*, 2005).

Embora representem as taxas oficiais de desmatamento, a informação gerada pelo PRODES apresenta limitações inerentes à tecnologia empregada. Essas limitações podem ser de natureza omissiva ou comissiva, tais como o desmatamento não-detectado abaixo de nuvens (CÂMARA; VALERIANO; SOARES, 2006) e a detecção de incêndios florestais como desflorestamento (COCHRANE *et al.*, 1999), respectivamente. Em relação aos valores

detectados, as taxas calculadas pelo INPE são mais altas (30%, aproximadamente) do que as geradas por metodologias de detecção adotadas por pesquisadores de outras agências espaciais, como a NASA (FEARNSIDE, 1993).

Os dados do PRODES são frequentemente objetos de pesquisas ou são utilizados em pesquisas acadêmicas, do terceiro setor, de instituições particulares e governamentais (na sequência, ver PRATES, 2008; YOUNG, 2007; GLOBOAMAZONIA, 2009; BRASIL/CASA CIVIL, 2004, por exemplo). Visando a eliminação de erros de classificação e interpretação e a verificação da consistência dos dados ano a ano, a equipe técnica do INPE reprocessa as cenas LANDSAT utilizadas, afetando o cálculo dos valores desmatados por município (INPE, [s.d]b). Assim, entre a taxa oficial divulgada no ano de sua elaboração – que fica grafada como a taxa oficial mesmo depois de reprocessada – e as taxas municipais reprocessadas há uma diferença percentual que varia de -2,13% em 2007 a 9,75% em 2005. Sobre isso, há duas constatações: a primeira é que os trabalhos anteriores à 14 de dezembro de 2006 (data da atualização do banco de dados com as informações reprocessadas) que envolvem dados municipais de desmatamento devem ser interpretados à luz destas novas taxas<sup>13</sup>; a segunda constatação é a de que não foi o ano de 1995 que apresentou a maior taxa de desmatamento (29.059 km<sup>2</sup>), mas o ano de 2004 (31.895 km<sup>2</sup>), 9,75% maior que 1995, se considerado o somatório do incremento do desmatamento municipal de 2004, disponível no site do INPE.

### 2.3.2 Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real – DETER

Iniciado em maio de 2004, em atendimento ao PPCDAM (INPE, 2008a), o DETER consiste em um levantamento expedito em toda a Amazônia Legal das áreas desmatadas ou em processo de desmatamento. Ele é feito com base em imagens orbitais do sensor MODIS do satélite Terra/Aqua e do sensor WFI do satélite CBERS, ambos com resolução espacial de 250 metros. O DETER é um sistema complementar ao PRODES, suprimindo a carência sobre dados de desmatamento e apresentando-os de modo mais dinâmico. Enquanto o PRODES disponibiliza os seus resultados anualmente, o DETER disponibiliza os seus dados quinzenalmente.

O DETER adota um conceito de desmatamento mais abrangente que o do PRODES, pois a sua missão é a de ser um sistema de alerta de suporte à fiscalização e ao controle do desmatamento. Dada a sua missão, ele mapeia tanto áreas de corte raso quanto áreas em processo de desmatamento por degradação florestal. O PRODES apenas identifica e contabiliza as áreas que evidenciam o corte raso. No DETER, toda alteração verificada é apontada como área de alerta e passível de fiscalização, sem discriminar o estágio do

processo do desmatamento (INPE, [s.d.]; INPE, 2008a; INPE, 2008b). Assim, o DETER pode ser usado também como indicador de tendências do desmatamento anual.

Por causa da resolução espacial das imagens utilizadas, o sistema DETER se limita na detecção de desmatamentos ou indicativos de desmatamento com área maior do que 25 hectares. Devido à constante cobertura de nuvens na AML, nem todos os desmatamentos são identificados. Entretanto, segundo FMA (2008), em janeiro de 2008 foi firmado um convênio entre os governos do Brasil e o do Japão para a utilização de imagens geradas por sensores do satélite ALOS no intuito de dar apoio ao sistema DETER. A vantagem dos sensores do satélite japonês ALOS é a visualização de áreas por imagens de radar, que permitem a visualização do terreno recoberto por nuvens, o que não ocorre nas imagens ópticas.

O monitoramento do desmatamento pelo DETER possibilitou um maior dinamismo nas operações de fiscalização e tem sido uma ferramenta poderosa para detectar indícios de desmatamento e orientar a fiscalização em tempo “quase que real”, apesar da baixa resolução espacial das imagens utilizadas (MARQUESINI *et al.*, 2008). No entanto, essa capacidade de detectar rapidamente novos desmatamentos ainda não levou à penalização ou paralisação das atividades ilegais. De acordo com o Centro de Monitoramento Ambiental (CEMAM) do IBAMA, entre agosto de 2005 e julho de 2006 foram detectados cerca de 40.760 polígonos de desmatamento, no entanto o IBAMA conseguiu autuar somente 3,4% deles, correspondentes a 50-60% da área total desmatada.

### 2.3.3 Sistema DEGRAD

O Sistema DEGRAD destina-se a mapear áreas em processo de desmatamento nas quais a cobertura florestal ainda não foi totalmente removida. Ele foi desenvolvido pelo INPE em 2008 em função das indicações do crescimento da degradação florestal da Amazônia obtidas a partir dos dados do DETER. O sistema DEGRAD se utiliza de imagens dos satélites LANDSAT e CBERS. Seu objetivo primordial é o de mapear anualmente áreas de floresta degradada, principalmente as que apresentam maior tendência de serem convertidas em corte raso. A área mínima mapeada é de 6,25 hectares (INPE, 2008a).

A Tabela 1, a seguir, apresenta os valores registrados pelo DEGRAD para os anos de 2007 e 2008. Ela demonstra os valores de áreas identificadas como degradadas (km<sup>2</sup>/ano) nos estados da Amazônia Legal, a conversão (km<sup>2</sup>/ano) em corte raso no ano de 2008 do que identificado como degradado em 2007 e o percentual da conversão do degradado para corte raso.

---

<sup>13</sup> A recomendação do INPE é que as análises com dados do PRODES feitas anteriormente a 14/12/2006

Tabela 1: Valores registrados pelo DEGRAD nos Estados da Amazônia Legal (2007 e 2008).

estado	degradado 2007 (km <sup>2</sup> /ano)	degradado 2008 (km <sup>2</sup> /ano)	convertido 2007-2008 (km <sup>2</sup> /ano)	% da conversão (%)
Acre	89	27	9	10,11
Amazonas	180	65	9	5
Amapá	-	-	-	-
Maranhão	1.814	3.978	152	8,38
Mato Grosso	8.744	12.534	920	10,52
Pará	3.466	7.708	612	17,66
Rondônia	367	477	95	25,89
Roraima	118	77	37	31,36
Tocantins	137	66	11	8,03
<b>TOTAL</b>	<b>14.915</b>	<b>24.932</b>	<b>1.845</b>	<b>12,37</b>

Fonte: Adaptado de INPE (2008a).

O levantamento preliminar de áreas degradadas no DEGRAD registrou totais de 14.915 km<sup>2</sup> em 2007 e 24.932 km<sup>2</sup> em 2008, com uma conversão total no ano de 2008 do identificado em 2007 na ordem de 12,37%, conforme registrado na Tabela 1. Estes valores indicam que há uma quantidade considerável de áreas em processo de degradação que se convertem em corte raso (1.845 km<sup>2</sup> em 2008) quando não há interrupção do processo de degradação florestal.

A metodologia do DEGRAD consiste na aplicação de realces de contraste nos histogramas das imagens de sensoriamento remoto, de modo a destacar as evidências da degradação florestal. As áreas degradadas são então vetorizadas individualmente em tela. O DEGRAD já mapeou a degradação florestal para os anos de 2007 e 2008, com base nas mesmas imagens LANDSAT processadas para o PRODES (INPE, 2008a). Numa próxima aplicação do sistema DEGRAD, o INPE pretende fazer uso das imagens da câmera de alta resolução (HRC) do satélite CBERS (INPE, 2008b). O HRC é um sensor pancromático que adquire dados com 2,7 m de resolução espacial, numa faixa de imageamento de 27 km e com uma taxa de revisita de 130 dias. A maior resolução espacial da HRC permitirá a identificação detalhada das feições presentes nas áreas sob exploração madeireira por corte seletivo, tais como carregadores e pátios de estoque de toras.

#### 2.3.4 Sistema QUEIMADAS

O INPE mantém há mais de 20 anos um sistema operacional de monitoramento do processo de queimadas que cobre todo o Brasil e parte da América do Sul. Ao longo destes anos foram desenvolvidas diferentes metodologias que permitem identificar focos de calor em imagens de satélites de baixa resolução espacial, tais como os satélites da série NOAA, GOES, TERRA, AQUA e METEOSAT (INPE, 2008a).

---

deveriam ser refeitas baseando-se nas novas informações disponíveis.

De acordo com pesquisa de informações básicas municipais sobre meio ambiente (IBGE, 2005), existe uma alta correlação entre desmatamentos e queimadas, que se configuram nos dias atuais como a forma mais tradicional (e usual) de “domesticação” da terra no Brasil. Embora esses eventos possam ocorrer separadamente, é muito comum a sua associação, especialmente em áreas de fronteira agrícola, tais como o sul e leste da Amazônia Legal e o sul do Maranhão. Assim, segundo INPE (2008a), o monitoramento de queimadas por meio de imagens de satélites é particularmente útil nas regiões remotas e sem meios intensivos de acompanhamento, condição que representa a situação geral da Amazônia Legal.

Os dados gerados pelo QUEIMADAS são distribuídos de duas maneiras: para o público em geral, pela qual todos os dados e produtos ficam disponíveis para livre acesso na Internet cerca de três horas após sua geração; e para usuários especiais dotados de necessidades operacionais específicas, a informação é distribuída imediatamente via Internet mediante acordo ou convênio estabelecido com o INPE (INPE, 2008a).

A relação entre foco de calor e queimada não é direta nas imagens de satélite. Um foco indica a existência de queimada em um elemento de resolução da imagem (pixel), que pode variar de 1 km por 1 km até 5 km por 5 km. Neste pixel pode haver uma ou várias queimadas distintas, mas a indicação será de existência de um único foco. Se uma queimada for muito extensa, ela será detectada em vários pixels vizinhos, ou seja, vários focos estarão associados a uma única grande queimada. Além disso, é comum que uma mesma queimada seja detectada pelos equipamentos de vários satélites. Portanto, os mapas e tabelas que apresentam todos os focos de todos os satélites sempre terão algumas repetições de pontos de queimadas (INPE, 2008a; CPTEC, 2007).

Conforme IBGE (IBGE, 2005), o Brasil como um todo se caracteriza como um país de desmatamento e queimadas. Apenas na Amazônia Ocidental (área que abrange a maior parte do estado do Amazonas, parte do Acre e o sul de Roraima) há grandes extensões contínuas sem informação de ocorrência de desmatamentos e queimadas. A queima de resíduos agrícolas é uma prática comum bastante usada por motivação fitossanitária ou no descarte final de restos de cultura. No norte do Mato Grosso é comum a queima de grandes quantidades de serragem e de outros resíduos do processamento de toras de madeira.

#### 2.3.5 Monitoramento independente do desmatamento amazônico

Além dos programas e sistemas de monitoramento do desmatamento anteriormente mencionados, existem iniciativas da sociedade civil organizada e de governos estaduais que geram dados ou acompanham a dinâmica do desmatamento amazônico. Uma destas iniciativas é o programa “Transparência Florestal”, do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON. O programa pretende contribuir para a redução do desmatamento

ilegal na Amazônia por meio do monitoramento independente, da ampla divulgação dos resultados para atores-chave e do uso das informações geradas para orientar as ações de responsabilização dos infratores (IMAZON, [s.d.]). O programa monitora toda a extensão da AML. Para isso, conta com o Sistema de Alerta de Desmatamento – SAD, capaz de gerar mapas de desmatamento e estatísticas com frequência mensal, com base em imagens do satélite MODIS. Conforme IMAZON ([s.d.]), o SAD é o primeiro sistema independente desse tipo implantado no país e visa complementar o trabalho do INPE. Com o SAD, a captura da dinâmica é mensal e a resolução fica acima de cinco hectares.

Outra iniciativa pertinente é o Portal Globo Amazônia, da emissora brasileira de televisão Rede Globo. O portal traz notícias sobre a região e disponibiliza um mapa interativo com informações em tempo real. Os dados do mapa interativo são advindos dos sistemas DETER e QUEIMADAS do INPE. O portal também faz um *ranking* dos usuários que mais protestam contra os desmatamentos e queimadas. Alguns deles chegam perto de 15 mil manifestações mensais. O portal informa que, ao protestar via mapa interativo, o internauta demonstra ao mundo a sua insatisfação com o desmatamento, configurando uma forma de pressão por medidas de contenção. Informa também que estas manifestações podem se transformar em reportagens no programa dominical “Fantástico” e no próprio portal (GLOBOAMAZONIA, 2009).

Sobre iniciativas de governos estaduais, já foi comentado o SLAPR, implantado pela FEMAMT em 1998. O poder público estadual gera dados e acompanha a evolução do desmatamento nas propriedades rurais licenciadas, usando imagens de satélite; a fiscalização e a responsabilização ocorrem por meio da aplicação de penalidades aos infratores, apoiadas pelo monitoramento sistêmico do desmatamento (ISA & ICV, 2006). A eficácia do SLAPR na detecção do desmatamento é alta, uma vez que é possível identificar com bom grau de segurança todo desmatamento maior do que um hectare realizado no período de um ano (FEARNSIDE, 2002). Não se deve esquecer que o sucesso do SLAPR no Mato Grosso o promoveu à condição de política pública federal, patrocinada, incentivada e parcialmente implementada nos nove estados da Amazônia Legal.

## 2.4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi verificado no Capítulo 2 que a legislação nacional afeita à proteção das florestas brasileiras vem de longa data, muito embora o real interesse de início não tenha sido a proteção da natureza, mas basicamente o de reservar direitos de exploração dos recursos naturais. Vimos ainda que o arcabouço legal de prevenção e combate ao desmatamento na Amazônia data de 1988 (programa Nossa Natureza), data apenas coincidente com o início do monitoramento sistemático do desmatamento pelo INPE.

Grande parte da legislação nacional de combate e controle do desmatamento nasceu em resposta à pressão nacional e internacional. Por sua vez, o governo federal respondia por vezes com normatizações formatadas às pressas, caso do programa Nossa Natureza e da MP 1.511, e em outras vezes com maior consistência, caso do SLAPR e do PPCDAM. A presença de indivíduos liderando processos foi fator decisivo na elaboração do arcabouço legislativo nacional, tanto para combater e controlar o desmatamento (casos do deputado federal Fábio Feldman e do sindicalista Chico Mendes), quanto para facilitar a prática do desmatamento (casos do deputado Moacir Micheletto e da senadora Kátia Abreu). A aglutinação desses atores também pode ser verificada, a exemplo da “bancada ruralista” e da “frente ambientalista”. No entanto, o “ator” de maior influência nas políticas públicas continua sendo o INPE, pela divulgação da taxa anual calculada pelo PRODES, que municia e incita a pressão da opinião pública nacional e internacional por providências governamentais concretas.

As iniciativas de monitoramento do desmatamento independentes sempre serão bem-vindas, pois demonstram que a sociedade não depende exclusivamente de órgãos do governo para obter informações sobre o desmatamento na Amazônia Legal. Há que separar, no entanto, o que pode ser considerado como um trabalho sério e de resultados concretos do que pode ser classificado de retórica ambiental, carregada de boas intenções, mas vazia de resultados.

Por meio de suas estimativas anuais, o PRODES aponta para uma pretensa efetividade das políticas públicas de combate e para um controle ao desmatamento na Amazônia Legal, porém a eficácia dessas políticas ainda precisa de elementos analíticos e de metas claras e mensuráveis.

Sobre possíveis análises da realidade amazônica, o Capítulo 3 busca elucidar como se deu a ocupação humana e a inserção das atividades agrícola e pecuária na Amazônia Legal, assim como o crescimento da importância do setor madeireiro. Ao final demonstra quais foram as dezesseis variáveis utilizadas nas análises econométricas do capítulo 4 e as variáveis usadas para as análises espaciais do capítulo 5.

### **CAPÍTULO 3 – A OCUPAÇÃO E ATIVIDADES HUMANAS NA AMAZÔNIA LEGAL**

Objetiva-se neste capítulo apresentar os atores definidos como partícipes do desmatamento no período compreendido entre os anos de 2002 e 2007, discutir o seu ingresso no Brasil e na dimensão amazônica e identificar as variáveis independentes da sua ação. Não se pretende esgotar esse assunto aqui, mas tão somente dar um panorama geral, a fim de melhor compreender as relações estatisticamente verificáveis.

#### **3. VARIÁVEIS INDICATIVAS NA DINÂMICA DO DESMATAMENTO**

A partir da literatura pertinente e do que ficou exposto no capítulo 1, foi definida uma lista de variáveis representativas das atividades agropecuárias, do setor madeireiro e da dinâmica populacional, em um recorte municipal e abrangente de toda a Amazônia Legal, a fim de verificar estatisticamente a sua correlação com o desmatamento e a sua posterior análise econométrica e espacialização. Assim, discorre-se sobre a expansão da pecuária na Amazônia, a evolução da agricultura no Brasil, a ocupação humana e a presença do setor madeireiro na Amazônia.

##### **3.1 A EXPANSÃO DA PECUÁRIA NO BRASIL E NA AMAZÔNIA**

A pecuária bovina aportou no Brasil em data incerta, mas certamente não tardia. Os primeiros animais chegados ao Brasil descendiam de bovinos camílicos – raça de chifres compridos, amansada no norte da África há pelo menos 6.000 anos e espalhada pela Europa desde então. Estes primeiros animais permaneceram atrelados à economia colonial como fontes de alimentos, de couro e de força de tração, vinculados ao setor açucareiro, inclusive no que dizia respeito a sua localização (FURTADO, 2002).

Com a necessidade de maximização da produção açucareira nas áreas litorâneas, foi estabelecida no sertão nordestino brasileiro uma pecuária extensiva baseada em grandes estabelecimentos (GIRARDI, 2008). Os primeiros locais de expansão da pecuária ficam nos atuais estados de Pernambuco e Bahia, mas ela se expandia na medida em que evoluía a produção açucareira. Em meados do século XVII, a criação de gado já alcançava o interior da colônia, inclusive o rio São Francisco, logo atingindo regiões do Piauí, Maranhão e Tocantins. Para atender à crescente demanda vinda dos centros de mineração, durante o século XVIII o gado se espalhou também pelos campos de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso.

Segundo Furtado (2002), no Rio Grande do Sul o gado disperso depois da destruição das reduções jesuíticas pelos bandeirantes teve importante papel na conquista territorial. Dadas as excelentes condições para a sua expansão natural, o gado se bestificou e alcançou extraordinária densidade populacional. No século XVIII, a produção de açúcar

diminuiu e a mineração foi a alternativa de Portugal para explorar sua colônia. A expansão da mineração de pedras preciosas e ouro estendeu-se pela Bahia, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. A pecuária e a agricultura acompanharam a mineração e também se intensificaram nessas regiões juntamente com a atividade de mineração. No início do século XIX, a pecuária no sertão nordestino decaiu devido às secas e a região Sul passou então a ser importante fornecedora de charque, em substituição ao Nordeste brasileiro. Com o surgimento da indústria do charque, a pecuária sulista se fortaleceu com o aproveitamento integral do gado, o que consolidou a expansão da criação bovina no território brasileiro. Foi também no último quartel do século XIX que a extração de borracha se expandiu na região amazônica, para onde houve um grande fluxo de migração nordestina, que trouxe consigo a cultura da criação de gado, mas de modo extensivo e pouco impactante (FURTADO, 2002; GIRARDI, 2008).

O processo de expansão de fronteiras de ocupação que marcou a história territorial do Brasil colonial e imperial continua ainda hoje. Nas últimas décadas, ela passou a incorporar porções da Amazônia de tal forma que nessa região podemos falar de uma situação de fronteiras perenes (LITTLE, 2002). Para Sawyer (1999), dá-se o contrário, pois para ele o impulso de fronteira de expansão já se esgotou, restando apenas determinadas regiões amazônicas nas quais o impulso de fronteira de expansão encontrava-se latente, como no caso da BR-163.

Assim, a pecuária na Amazônia era praticamente inexpressiva antes da década de 1950 (SMERALDI & MAY, 2008). Até a década de 1960, a pecuária era ali praticada apenas em campos naturais de seis regiões: os “lavrados” de Roraima, Rondônia e Amapá, os campos aluviais do médio e baixo Amazonas e os do Marajó, e os campos seminaturais às margens do rio Acre (VILLELA, 1966). Conforme Pádua (2000), visando estabelecer uma “presença brasileira” local, aumentar o contingente populacional e inibir a “cobiça” internacional sobre a região, a partir da década de 1970, o governo federal priorizou o estabelecimento da atividade pecuária na Amazônia.

A primeira leva de capitalistas que se estabeleceu na Amazônia alcançou resultados pífios em termos de produtividade e fixação humana na região, ao mesmo tempo em que promoveu impactos ambientais severos. Aliado ao fracasso inicial, o “modelo” de colonização aplicado pelo regime militar não equacionou os níveis populacionais amazônicos em relação ao restante do país, fortaleceu um estado de anomia na região (trabalho escravo, prostituição infantil, devastação ambiental, grilagem e outras atividades predatórias e ilegais), exacerbou o discurso internacional sobre o desprezo brasileiro pelo seu patrimônio natural de importância planetária, e intensificou fortemente a dependência econômica da região ao capital externo, via exportação de *commodities* (PÁDUA, 2000). Diante dos resultados econômicos, populacionais e ambientais negativos e das expectativas

geopolíticas frustradas, nos idos da década de 1990 o governo federal cortou os subsídios financeiros e incentivos fiscais. Porém, nesse momento as taxas de retorno da pecuária na Amazônia incentivavam os pecuaristas a continuar e até expandir a sua atividade, uma vez que era o meio mais rápido de se obter o controle privado da terra. Além disso, a atividade pecuária já contava com dinâmica própria, não sendo mais tão dependente de subsídios governamentais (MATTOS & UHL, 1994; MARGULIS, 2004).

Entre 1977 e 2007, o rebanho bovino brasileiro aumentou 86,17%, passando de 107 milhões para quase 200 milhões de cabeças, possibilitando que o Brasil se tornasse o maior exportador mundial de carne bovina (USDA, 2006). 35,12% desse crescimento ocorreu na Amazônia Legal, cujo rebanho cresceu 308,20%, saltando de 17 milhões (16,02% do total nacional em 1977) para 70 milhões de cabeças (35,12% do total nacional em 2007).

Segundo Arima, Barreto e Brito (2005), o crescimento do rebanho bovino na Amazônia Legal estimula o crescimento econômico da região, mas também gera preocupações e efeitos ambientais. Nas três últimas décadas, ao mesmo tempo em que cresceu o efetivo do rebanho bovino na Amazônia Legal, ele caiu no restante do Brasil (Gráfico 3). Segundo Smeraldi & May (2008), entre os anos 2003 e 2007, de cada quatro cabeças adicionais de gado no Brasil, três são oriundas da Amazônia.

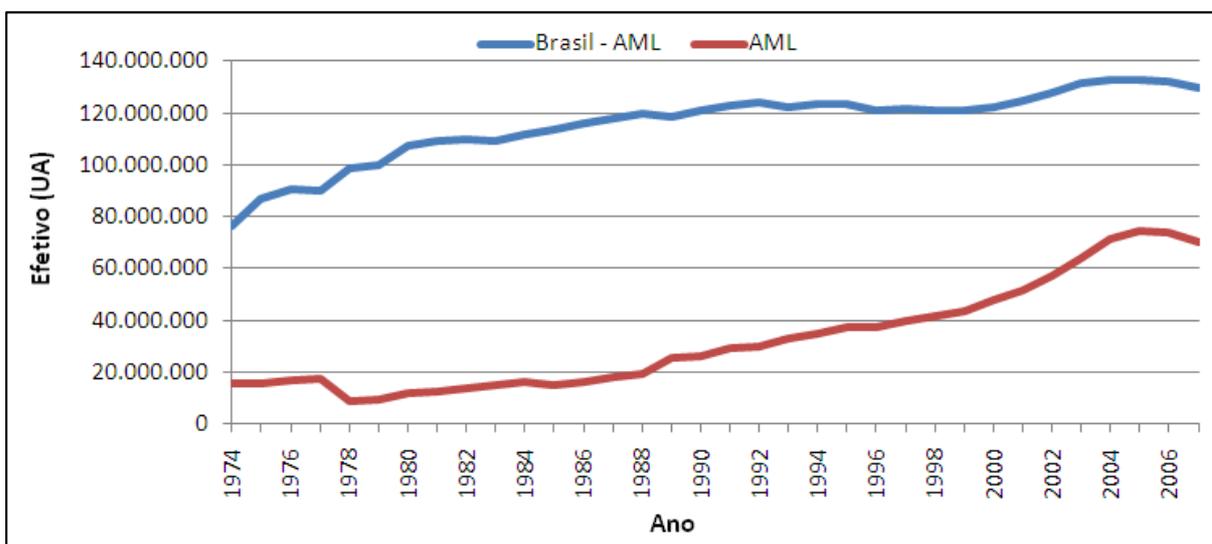


Gráfico 3: Efetivos do rebanho bovino na Amazônia Legal e no restante do Brasil (1974 – 2007).  
 Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal, IBGE. Elaboração do Autor.

Smeraldi & May (2008) demonstram que a tendência de “amazonificação” da pecuária nacional deve continuar. Eles informam sobre iniciativas de grandes grupos financeiros de investir em produção pecuária na AML, inclusive com captação de recursos em fundos internacionais. O incremento do rebanho na Amazônia é resultado principalmente de assimetrias no preço de terras no país, deslocamento de rebanho por atividades agrícolas no Sudeste e parte do Centro-oeste, assim como da implantação de pastagens

melhoradas em solos férteis, dos ganhos de produtividade da pecuária e do sucesso do controle da febre aftosa e da adoção de tecnologias de intensificação e manejo (NEHMI FILHO, 2005; SMERALDI & MAY, 2008; BARRETO; PEREIRA; ARIMA, 2008). Por sua vez, os efetivos do rebanho bovino situados nas pastagens fora da Amazônia estão caindo basicamente por causa da substituição da pecuária por culturas mais rentáveis, como cana-de-açúcar, algodão e grãos.

No entanto, apesar de atualmente ter o maior rebanho comercial do planeta, os índices de produtividade da atividade pecuária na maioria das propriedades brasileiras são considerados baixos. Segundo Costa *et al.* (2008) e Furtado (2002), diversos fatores contribuem para isso: baixa produtividade e qualidade das forragens, inexistência de práticas de manejo, degradação de grandes áreas de pastagens e a criação de animais de baixo potencial produtivo.

O Brasil é atualmente o segundo maior exportador de carne bovina do mundo, embora o consumo nacional seja significativo. A pecuária bovina é predominantemente extensiva e é correntemente utilizada como forma de manter a posse da terra pela justificativa de produtividade. Porém, os pecuaristas que intensificam as suas atividades podem conseguir rendimentos até dez vezes maiores do que os obtidos por pecuaristas extensivos. O rebanho bovino encontra-se atrelado às grandes propriedades rurais e a criação de aves é vinculada principalmente nos pequenos estabelecimentos, onde a criação é feita com uso de mão-de-obra familiar (MATTOS & UHL, 1994; GIRARDI, 2008).

Segundo Costa *et al.* (2008), a pecuária no Brasil é, com raras exceções, considerada uma atividade de segundo plano em relação à agricultura, quer pelo baixo valor econômico das áreas destinadas às pastagens e ao manejo (se comparado às áreas agrícolas), quer pela criação de animais de baixo potencial genético, sem manejo nutricional e sanitário adequado. Entretanto, conforme Girardi (2008), na Amazônia Legal a pecuária bovina tem grande peso na produção agropecuária e mantém sintonia com a agricultura, pois é estrategicamente praticada em áreas recém-desflorestadas, que em seguida se tornam áreas do agronegócio.

### 3.2 AGRICULTURA BRASILEIRA - DA SUBSISTÊNCIA À REVOLUÇÃO VERDE

Na década de 1950, o Brasil era eminentemente rural, pois mais de 80% de sua população viviam no campo. O recenseamento de 1950 revelou que 73% das propriedades rurais empregavam somente o trabalho humano e animais de tração, dispensando máquinas autopropelidas. A maioria dos agricultores vivia da terra e dela tirava o seu sustento familiar. A produção excedente era vendida para a aquisição de mercadorias básicas que os agricultores não podiam produzir, tais como sal, açúcar, tecidos, calçados, fósforos, querosene, máquinas e ferramentas. (SCHUH, 1971; HASSE, 1996; FURTADO, 2002).

A chamada “revolução verde” consistiu numa abrangente mudança do paradigma da agricultura tipicamente de subsistência e/ou extensiva para outra mais tecnificada, intensiva e empregadora de tecnologias e insumos. Ela se expandiu em detrimento da mão de obra e reverteu em grande parte a situação da agricultura no país. Por meio de pacotes tecnológicos, o governo federal recomendou e financeiramente incentivou os agricultores a empregar máquinas, adubos, produtos químicos e sementes selecionadas. O cenário de 1950 era o de um Brasil com economia em crescimento acelerado, urbanizando-se, mas sem condições de atender a demanda interna por alimentos nem acompanhar a expansão do comércio agrícola internacional (FURTADO, 2002).

Os anos entre o final da década de 1960 e início da década de 1970 foram caracterizados pela modernização da agricultura brasileira, promovida pelo governo militar (GIRARDI, 2008). A eliminação dos cafezais e o incentivo à produção de culturas mecanizáveis, como soja e cana-de-açúcar para atender a demanda internacional, proporcionaram a expulsão dos pequenos proprietários e a concentração fundiária no estado do Paraná. Os camponeses expropriados no estado tiveram como destino as cidades paranaenses ou a nova fronteira agropecuária brasileira, localizada no Centro-Oeste e na Amazônia (SWAIN, 1988). Nestas regiões, conforme Furtado (2002), encorajada pelos bordões oficiais de “plante que o governo garante”, levas de migrantes sulistas implantaram uma civilização de feição urbana e de base rural modernizada. Deste modo, a agricultura que se instalou na região Centro-Oeste e Norte do Brasil buscou se apropriar primeiramente da terra, para em seguida produzir mais, exportar mais e absorver insumos e máquinas (WARNKEN, 1999).

A cultura da soja tem um perfil que se encaixa perfeitamente no esquema da revolução verde, pois essa oleaginosa é normalmente cultivada em grandes extensões de terra, com sementes selecionadas, mecanização, fertilizantes e produtos químicos. Das *commodities*<sup>14</sup> brasileiras mais importantes, a soja é a principal. A produção de soja no Brasil ocupa cerca de 22 milhões de hectares, mais do que 35% do total da área cultivada no País. Conforme Girardi (2008), cerca de três quartos da produção nacional é exportada para alimentar rebanhos em países ricos, e a sua cadeia produtiva é dominada por um grupo restrito de empresas transnacionais que dominam o sistema na produção, o processamento e a venda no mundo (FURTADO, 2002). Por sua vez, a cana-de-açúcar ocupa cerca de 10% da superfície cultivada no Brasil. O país é o primeiro exportador de açúcar, vendendo o dobro das exportações do segundo colocado, a França. Juntos, o

---

<sup>14</sup> *Commodities* é um termo de língua inglesa que significa mercadoria. É amplamente utilizado nas transações comerciais de produtos de origem primária nas bolsas de mercadorias. É usado também como referência aos produtos de base em estado bruto (matérias-primas) ou com pequeno grau de industrialização, de qualidade quase uniforme, produzidos em grandes quantidades e por diferentes produtores. Estes produtos “in natura” têm cotação e negociabilidade globais, utilizando-se de bolsas de mercadorias (MDIC, 2009).

açúcar e o álcool correspondem a 5,7% das exportações brasileiras. Conforme Girardi (2008), a produção de açúcar e a sua transformação em álcool combustível constituem mais uma forma de “comoditização” do campo, fato que incita uma concepção do campo como um lugar a ser dedicado apenas à produção econômica.

Ao promover a ocupação amazônica via agricultura e pecuária, o governo federal provocou mudanças profundas na economia amazonense, com desdobramentos em múltiplos setores da vida econômica (FURTADO, 2002). Entre 1980 a 1995, a expansão agrícola amazônica foi determinada pela especulação imobiliária, pela redução do salário rural, pelo crédito rural e pelos aumentos dos preços da terra, que fixava os agricultores capitalizados e incentivava a abertura de novas fronteiras de ocupação (FERRAZ, 2000).

Diferentes autores (MONTEIRO NETO, 2001; ACORDO SUDAM/PNUD, 2001; BARCELLOS & LIMA, 2002; GIRARDI, 2008) defendem que a agricultura na Amazônia contemporânea pode ser dividida em dois segmentos: a agricultura familiar ou de subsistência (campesinato) e a agricultura empresarial (agronegócio ou agrobussines). Atualmente, ambas as modalidades vem sendo beneficiadas com incentivos públicos e inovações tecnológicas baseadas em capital público e privado. Basicamente, o agronegócio limita a sua ação ao atendimento de demandas de commodities no mercado internacional e nacional. Por sua vez, a agricultura familiar é a atividade desenvolvida por pequenos produtores descapitalizados ou pouco capitalizados, desprovida de incentivos governamentais em comparação ao agronegócio. Ela atende basicamente às necessidades de subsistência e das populações locais. Os pequenos agricultores oferecem os seus produtos nos mercados próximos e muitas vezes por não conseguirem se encaixar no mercado externo, uma vez que estão inseridos na economia agrícola de modo subordinado ao agronegócio (KAUTSKY, 1986; GIRARDI, 2008).

A política do Estado adotada nos últimos anos está fortemente empenhada em conseguir superávits a partir da exportação de produtos agrícolas. Essa política certamente alcançou êxito. Mas segundo Chomsky (2009), a dependência das exportações agrícolas é uma forma questionável de desenvolvimento. Para ele, deveria haver tentativas de desenvolvimento que não dependessem tanto das exportações sem valor agregado em sua cadeia de produção, como se verifica na exportação de soja e de carne.

Os resultados da “revolução verde” e o processo de “comoditização” dos produtos agropecuários têm intensificado as contradições e os conflitos no campo por causa do estímulo governamental à expansão do agronegócio (GIRARDI, 2008, p. 115). Assim, a expansão da fronteira agrícola e o desmatamento na Amazônia Legal estão intimamente ligados ao contexto da reorganização acelerada do espaço amazônico ocorrido a partir da década de 1950 e, mais recentemente, às tentativas de adaptação do Brasil à globalização (SHIMABUKURO *et al.*, 2007).

### 3.2.1 Variáveis consideradas na atividade agropecuária

O estudo das atividades agrícola e pecuária na Amazônia Legal é imprescindível para a compreensão do desmatamento pretérito e recente, o que exigiu um esforço de coleta de dados pertinentes. Como condicionantes para a coleta dos dados tabulares, partiu-se primeiramente da abrangência da Amazônia Legal, numa abordagem obrigatoriamente municipal, cobrindo preferencialmente a totalidade do período entre 2002 e 2007.

Na pecuária, as variáveis que atenderam todas as condições foram o efetivo dos rebanhos bovinos e, como teste de correlação, o efetivo da avicultura (galos, frangas, frangos e pintos). Outra variável medida a nível municipal, mas cobrindo um período fora do desejado, foi a do PIB municipal relativo à agropecuária no período de 2002 a 2006. Especificamente para a agricultura, dentre os dados disponíveis foram escolhidos os referentes à área plantada e quantidade produzida de soja e de cana de açúcar. A cultura da soja foi escolhida porque tem forte presença na literatura sobre o desmatamento e o cultivo de cana de açúcar foi utilizado devido à expansão desta atividade sobre áreas amazônicas (RODRIGUES, 2004).

### 3.3 A OCUPAÇÃO HUMANA NO TERRITÓRIO AMAZÔNICO

Vista a partir do cosmos, a Pan-Amazônia corresponde a um vinte avos da superfície terrestre do planeta, dois quintos da América do Sul e quase três quintos do Brasil. Contém um quinto da disponibilidade mundial de água doce e um terço das reservas mundiais de florestas latifoliadas, mas somente 3,5 milésimos da população mundial (BECKER, 1990). Ao longo dos séculos, a ocupação humana da Amazônia foi condicionada por fatores de ordem geográfica (fatores naturais) e histórica (dimensão conjuntural) e consolidada ao longo de duzentos anos de exploração de um reduzido conjunto de produtos oriundos da floresta (MENDES, 1971). Pádua (2000) identificou quatro padrões históricos de ocupação populacional na Amazônia, correspondentes a diferentes graus de destrutividade ambiental:

- (i) sociedades paleoindígenas e indígenas;
- (ii) sociedade colonial européia;
- (iii) a sociedade voltada para a extração da borracha, o primeiro produto amazônico a fazer parte da moderna acumulação capitalista; e
- (iv) a ocupação predatória geopoliticamente orientada, promovida no início dos anos 1970 pelo governo militar.

A ocupação da floresta tropical pelas sociedades paleoindígenas e indígenas remonta a mais de dez mil anos. Embora os seus escassos representantes atuais

mantenham uma relação aparentemente sustentável com a floresta, elas promoveram severas modificações ambientais, como a extinção de algumas espécies da macro-fauna, mudanças na biogeografia de plantas e animais e a construção de novas paisagens (PÁDUA, 2000). Segundo Ballée (1989, *apud* PÁDUA, 2000), as paisagens fortemente alteradas por essas sociedades somariam pelo menos 11,8% das florestas de terra firme do bioma Amazônico.

Ao longo de poucos séculos, a colonização europeia produziu um novo e radicalmente distinto padrão histórico de ocupação e apropriação dos recursos amazônicos. Em primeiro lugar, ela despovoou radicalmente a Amazônia, por meio de doenças contagiosas, escravidão, guerras, conversão religiosa e agrupamento dos indígenas em aldeias sob controle europeu. Esse padrão, ligado a uma drástica queda da população, foi bastante limitado em termos de impacto destrutivo direto sobre a floresta, principalmente por causa da escassez de colonizadores europeus e de bens naturais de grande valor a serem explorados. Conforme Pádua (2000), basicamente até o final do século XIX, as estruturas sociais de colonização fundamentaram-se em três elementos. O primeiro foi a garantia de um domínio político-militar centrado na ocupação da rede fluvial; o segundo foi a subjugação dos povos indígenas, baseada no estabelecimento de uma densidade populacional mínima e sob controle do colonizador; o terceiro foi o estabelecimento de uma economia baseada na extração seletiva de alguns componentes da floresta, como madeiras de alto valor comercial e “drogas do sertão” (anil, baunilha, cacau, canela-do-mato, castanha-do-pará, cravo, guaraná, óleo de copaíba, pau-rosa, pimenta, puxuri, salsa, salsaparilha e urucum).

A colonização da Amazônia até o século XIX originou uma população mestiça formada de pescadores, coletores, pequenos plantadores e comerciantes. Foi a extração do látex que, pela primeira e única vez, promoveu uma ocupação hegemônica de boa parte do espaço amazônico, deixando de fora apenas os locais onde não ocorria a seringueira (*Hevea brasiliensis*). A migração nordestina, estimulada pelo empreendimento de extração da seringa, se expandiu da foz do rio Amazonas até os limites do território brasileiro com a Colômbia e o Peru, e até para além deles, no caso da Bolívia, fazendo crescer de forma significativa a população regional pela primeira vez desde meados do século XVI. Com a queda do preço internacional da borracha e a perda dos mercados mundiais consumidores do látex, consequências da crescente produção das *plantations* no Sudeste Asiático, ocorreu a partir da década de 1910 um ponto de inflexão na ocupação regional, que de novo perdeu drasticamente população, produção e receitas (DEAN, 1989; PÁDUA, 2000; FURTADO, 2002).

Depois de uma efêmera e fraca recuperação populacional e produtiva durante a Segunda Guerra Mundial, disparada pelos bloqueios dos japoneses ao provimento dos seringais asiáticos (DEAN, 1989; NITSCH, 2002), o espectro de “abandono” da fronteira

amazônica nas décadas de 1950-1960 levou o governo a promover uma ocupação predatória da região, levada a cabo de modo radical (PÁDUA, 2000).

Antes de 1960, as principais ocupações humanas na Amazônia concentravam-se exclusivamente nas calhas dos grandes rios da região (Amazonas, Madeira, Negro, Tapajós e Tocantins), realidade modificada a partir de forças exógenas que conduziram à desarticulação regional baseada nos aspectos geográficos e na formação histórica de seu povoamento (GOMES & VERGOLINO, 1997). Estas forças exógenas se materializaram na virada da década de 1960 para 1970, quando a preocupação do regime militar com o “vazio demográfico” amazônico impôs uma ocupação regional voltada à integração nacional, levada a termo pela criação da Zona Franca de Manaus (ZFM), em 1967, pela implantação de infra-estrutura rodoviária a partir de 1971 e pela disponibilização de créditos para colonização via agricultura e pecuária a partir da década de 1970.

Mesmo depois do fim da ditadura militar, a geopolítica militar continuou prevalecendo na Amazônia. O projeto Calha Norte, no governo de José Sarney, e o Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM), no governo de Fernando Henrique Cardoso, retratam esta continuidade (OLIVEIRA, 2005). Por sua vez, o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), no governo de Luis Inácio Lula da Silva, tem dado continuidade à visão de crescimento da produção e da integração da Amazônia a qualquer custo.

Conforme Drummond (1992), a Amazônia está repleta de fatores desestimulantes para a fixação de sociedades humanas sedentárias (não-itinerantes) de outras regiões do país, tais como enchentes periódicas, solos pobres, fauna e flora dispersas. Mesmo assim, a região da Amazônia Legal evoluiu de uma população de 5,4 milhões de habitantes em 1960 para 11,2 milhões em 1980, até atingir 22,5 milhões em 2004. A maioria dessa população (73%) reside nas cidades, refletindo as dificuldades de viver no meio rural. Em 1970, a situação era inversa: apenas 36% dos habitantes da região eram urbanos. Entretanto, o crescimento demográfico amazônico não impediu que a Amazônia brasileira se mantivesse como a área menos povoada do país, com apenas 12,83% da população nacional em seu grande território, conforme dados do censo de 2007 (IBGE, 2008).

### 3.3.1 Variáveis consideradas na dinâmica populacional

Dados populacionais e as suas variáveis são utilizados como explicativos das taxas do desmatamento, tanto na Amazônia brasileira e internacional quanto nas florestas tropicais não-amazônicas (por exemplo, REIS & MARGULIS, 1991; ANGELSEN & KAIMOWITZ, 1999; RODRIGUES, 2004). Seguindo as condicionantes orientadoras da obtenção de variáveis para a agricultura e pecuária (quais sejam: Amazônia Legal, abordagem municipal e período de 2002 a 2007), foi utilizado como variável a população municipal, a partir de dados censitários do IBGE e de estimativas populacionais do IBGE

realizadas a pedido do Tribunal de Contas da União (TCU). Outras duas variáveis populacionais foram geradas no âmbito deste trabalho: a densidade populacional (razão entre a população municipal e sua área territorial) e o crescimento populacional (diferença percentual da população municipal entre anos subsequentes).

### 3.4 O SETOR MADEIREIRO NA REGIÃO AMAZÔNICA

Na Amazônia, o setor madeireiro desenvolve atividades econômicas das mais importantes e tradicionais. É o maior empregador industrial regional, responsável em 2004 por 124 mil empregos diretos e 108 mil empregos indiretos, e mais 147 mil empregos indiretos fora da região. Há inclusive setores estratégicos da economia nacional, tais como a siderurgia movida a carvão vegetal, as indústrias de papel e celulose, as movelarias e a construção civil, que estão estreitamente ligados ao setor florestal, embora alguns segmentos desses setores consumam maciçamente madeiras oriundas de plantios florestais de outras regiões. Infelizmente o setor madeireiro ainda atua em bases predatórias e tende a migrar para áreas cada vez mais remotas da Amazônia, em decorrência da exaustão dos recursos florestais e da ausência ou raridade de manejo e de plantios comerciais nas áreas de exploração mais antigas (SOBRAL *et al.*, 2002; LENTINI *et al.*, 2005; BRASIL, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2008).

O setor madeireiro já foi identificado como a atividade mais importante para explicar os desmatamentos na Amazônia. Esta visão foi revertida a partir dos idos da década de 1990 pela grande visibilidade da ação da agricultura e principalmente da pecuária (REIS & MARGULIS, 1991). Entretanto, 80% do abastecimento de toda a madeira produzida na Amazônia ainda vêm da exploração predatória (ISA, 2008), ou seja, trata-se de madeira de procedência ilegal. De acordo com Lentini *et al.* (2005), a Amazônia é formada por quatro tipos de fronteiras madeireiras, classificadas de acordo com as suas tipologias florestais, a idade da fronteira e as condições de acesso:

- **antigas** (mais de 30 anos de funcionamento): localizadas ao sul e ao leste da Amazônia, em localidades como Paragominas, Tailândia e Rondon do Pará (PA), Sinop e Feliz Natal (MT). Elas têm bom acesso rodoviário (estradas asfaltadas) e a sua cobertura florestal foi amplamente reduzida;
- **intermediárias** (10 a 30 anos): situadas nas proximidades de Cláudia e Marcelândia (MT), Porto Velho e Buriatis (RO) e Rio Branco (AC). Têm infra-estrutura precária, embora detenham estoques consideráveis de madeira;
- **novas** (menos de 10 anos): destacam-se o oeste do Pará (Novo Progresso e Castelo de Sonho) e o extremo noroeste de Mato Grosso (Aripuanã e Colniza). São

fronteiras recém-colonizadas e contêm importantes estoques de florestas economicamente valiosas, mas ainda têm pouca infra-estrutura; e

- **estuarinas:** localizadas no entorno de Belém ilha de Marajó, limitando-se ao sul dos municípios de Melgaço até Cameta (PA). A exploração madeireira ocorre de forma seletiva e esporádica, desde o século XVII. A partir da década de 1960, a exploração madeireira tem ocorrido de forma mais intensa nessa fronteira.

A Figura 9, abaixo, apresenta a distribuição espacial das quatro fronteiras madeireiras e os principais pólos madeireiros amazônicos.

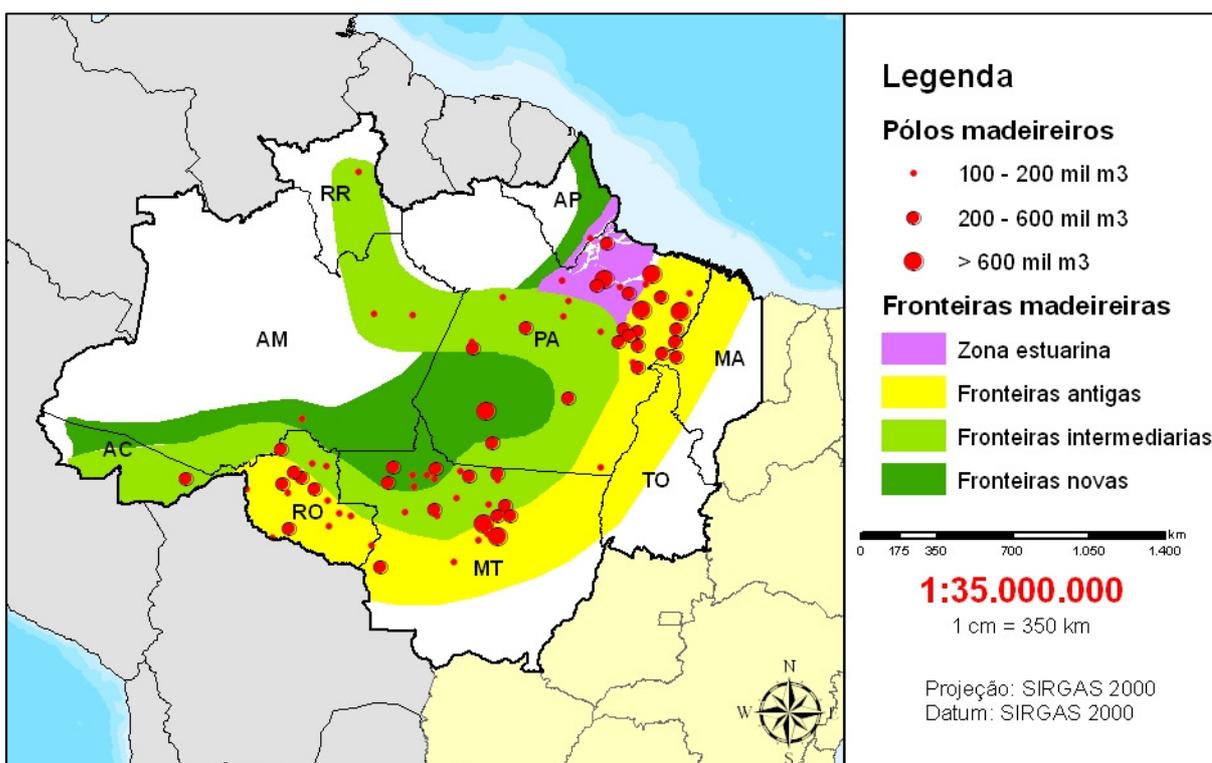


Figura 9: Fronteiras e pólos madeireiros da Amazônia Legal (2005).  
Fonte: Lentini *et al.*, 2005. Elaboração do Autor.

Conforme Loureiro & Pinto (2005), a prolongada recessão nas décadas de 1980 e 1990 fez com que governos estaduais da Amazônia se tornassem lenientes com a exploração madeireira predatória. A exploração madeireira foi autorizada à larga, sem fiscalização ou exigências de reflorestamento ou de manejo florestal. Esta leniência não é gratuita e pode ser explicada pela importância das madeiras nas balanças comerciais dos estados: de 1975 a 2005, quase 20% do faturamento de exportações do Pará foram oriundos do setor madeireiro; em Roraima o setor movimentava cerca de R\$ 12 bilhões por ano e é responsável por mais de 80% das exportações estaduais.

O setor madeireiro da Amazônia é paradoxal. Por um lado, ele é economicamente competitivo e importante gerador de oportunidades de emprego e de renda para uma

parcela significativa da população. Mas, por outro lado, o seu caráter depredador, migratório, seu baixo índice de aproveitamento dos recursos madeireiros e a adoção incipiente de manejo florestal, são graves problemas para ele mesmo (LENTINI; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2005). Não se pode perder de vista que o potencial do manejo florestal na Amazônia é extraordinário. Barreto; Uhl e Yared (1994) destacam que a adoção das etapas de manejo reduz o ciclo de corte de 70 a 100 anos (sem manejo) para 30 a 40 anos (com manejo), o que significa que o manejo florestal poderia resultar em pelo menos o dobro da produção por unidade de área de floresta, além da vantagem de abrir portas de mercados que melhor remuneram, exigentes de certificação ambiental.

Não se pode perder de vista que o Estado ainda é o maior detentor do domínio territorial na Amazônia, principalmente nas áreas destinadas como unidades de conservação, terras indígenas e nas terras devolutas. Porém, em muitas dessas áreas, conforme Chomitz *et al.* (2007), o controle real é confuso e contestado. É que, ao contrário das décadas pretéritas, hoje não é mais o governo que define o uso da terra. Agora ele é definido por empresas e particulares por meio de cadeias de grilagem de terras públicas promovida pelo vazio de poder do Estado (PRATES, 2008) e pela inserção de representantes seus nos cargos públicos elegíveis. Mas, ainda compete primordialmente ao poder público estimular as práticas de manejo nos recursos madeireiros, tais como a certificação ambiental e o aproveitamento de produtos não-madeireiros, ou aplicar mecanismos capazes de promover o desenvolvimento regional consorciado com a preservação ambiental, a exemplo de incentivos a atividades de agroextrativismo sustentável, do ecoturismo e do pagamento por serviços ambientais (GANEM, 2007). Ao mesmo tempo, compete também ao poder público coibir a parcela persistente dos empresários madeireiros que persistem em usar os recursos madeireiros de modo a privatizar benefícios e socializar prejuízos. Necessário se faz valer na região os instrumentos de comando e controle, instrumentos econômicos e incentivos a atividades sustentáveis, principalmente nas áreas de maior incidência da atividade madeireira.

#### 3.4.1 Variáveis consideradas no setor madeireiro

A importância do setor madeireiro para o desmatamento se expressa na abertura de novas frentes de degradação florestal. A retirada das madeiras nobres, seguida da retirada de madeiras para a construção civil, deixa um “legado” de estradas abertas (vias endógenas) e clareiras (pátios de estocagem). Fornece aos agricultores e pecuaristas capitalizados uma mão-de-obra local e barata, formada basicamente por trabalhadores rurais e agricultores despossuídos (REIS & MARGULIS, 1991). Desse modo, as atividades madeiras não necessariamente se correlacionam com o desmatamento do ano pesquisado, mas podem indicar onde ocorrerá desmatamento num futuro próximo, uma vez que,

segundo INPE (2008a), o desmatamento é a etapa final de um processo iniciado pela atividade madeireira.

As variáveis independentes do setor madeireiro são derivadas de atividades tidas como de manejo sustentável, sendo as seguintes: quantidade produzida de carvão vegetal (ton.), quantidade produzida de madeira em toras (m<sup>3</sup>), quantidade produzida de lenha (m<sup>3</sup>), quantidade produzida de madeira em toras para papel e celulose (m<sup>3</sup>), quantidade produzida de madeira em tora para outras finalidades (m<sup>3</sup>) e a produção do setor madeireiro, calculada no âmbito deste trabalho (somatório de todas as variáveis com dotação em metros cúbicos).

### 3.5 VARIÁVEIS DEPENDENTES E INDEPENDENTES

As variáveis independentes da dinâmica populacional, da agropecuária e do setor madeireiro estão sistematizadas no Quadro 1, abaixo:

Quadro 1: Variáveis independentes utilizadas nas análises espaciais e econométricas.

<b>variáveis independentes da dinâmica populacional</b>				
<b>variável</b>	<b>dotação</b>	<b>sigla</b>	<b>fonte</b>	<b>anos</b>
população municipal (recenseada e estimada)	habitantes	POP	IBGE – (censo) e TCU – (estimativa)	2002 - 2007
densidade populacional	hab/km <sup>2</sup>	DPOP	Autor	2002 - 2007
* crescimento populacional	POP_n1 / POP_n2	CPOP	Autor	2002 - 2007
<b>variáveis independentes da agricultura e pecuária</b>				
<b>variável</b>	<b>dotação</b>	<b>sigla</b>	<b>fonte</b>	<b>anos</b>
* efetivo do rebanho bovino	unidade animal	GADO	IBGE – PPM	2002 - 2007
efetivo da avicultura	unidade animal	AVES	IBGE – PPM	2002 - 2007
PIB municipal agropecuário	reais, deflacionado	PBAG	IBGE – PPM	2002 - 2006
quantidade de soja produzida	tonelada	SJPD	IBGE – PAM	2002 - 2007
* área plantada de soja	% área municipal	SJAP	IBGE – PAM	2002 - 2007
quantidade de cana-de-açúcar produzida	tonelada	CNPD	IBGE – PAM	2002 - 2007
área plantada de cana-de-açúcar	% área municipal	CNAP	IBGE – PAM	2002 - 2007
<b>variáveis independentes do setor madeireiro</b>				
<b>variável</b>	<b>dotação</b>	<b>sigla</b>	<b>fonte</b>	<b>anos</b>
produção de carvão vegetal	tonelada	CARV	IBGE – PEVS	2002 - 2007
* produção de lenha	metros cúbicos	LENHA	IBGE – PEVS	2002 - 2007
produção de madeira em toras	metros cúbicos	TORA	IBGE – PEVS	2002 - 2007
produção de madeira em tora para papel e celulose	metros cúbicos	MD2PC	IBGE – PEVS	2002 - 2007
produção de madeira para fins diversos	metros cúbicos	MD2FD	IBGE – PEVS	2002 - 2007
produção do setor madeireiro	metros cúbicos	PRDSM	IBGE – PEVS	2002 - 2007

\* = Variáveis espacializadas em SIG no Capítulo 5. Fonte: Autor.

Conforme o Quadro 2, abaixo, a variável dependente utilizada foi a taxa anual do desmatamento diagnosticado pelo PRODES do INPE:

Quadro 2: Variável dependente utilizada nas análises espaciais e econométricas.

<b>Variável dependente do Desmatamento</b>				
<b>variável</b>	<b>dotação</b>	<b>sigla</b>	<b>fonte</b>	<b>anos</b>
taxa do desmatamento anual	km <sup>2</sup>	DESM	INPE – PRODES	2002 - 2007

Fonte: Autor.

Definidas as variáveis, o próximo passo foi verificar a correlação das variáveis com as taxas do desmatamento e a sua distribuição na área analisada, no caso, a Amazônia Legal. Antes das duas análises, foi necessário consolidar os dados de fontes diferentes numa tabela única com indexador geográfico (geocódigo) em todos os registros, o que foi alcançado em planilha eletrônica Excel®. Essa fase requereu tempo considerável, o que já era esperado, uma vez que a “criação de uma base dados geocodificada é, em princípio, uma ação direta, demorada e onerosa” (SILVA, 2001, 59p.).

A correlação das dezesseis variáveis com as taxas de desmatamento está explicitada no capítulo 4 e análise espacial das variáveis de maior correlação é apresentada no capítulo 5.

### 3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região amazônica inserida no Brasil era ocupada anteriormente ao descobrimento do Brasil por povos indígenas, que promoveram determinadas alterações ambientais, mas que conviviam em relativa harmonia com a floresta. Diferentes ciclos de povoamento provocaram a quase extinção dos primeiros povos da Amazônia. A partir das décadas de 1970 e 1980, a Amazônia Legal se constituiu em uma nova fronteira de ocupação, induzida pelo Estado com o objetivo de expandir a economia brasileira, de promover o adensamento populacional regional e a integração regional com o Sul e o Sudeste. Ao final dos anos da década de 1990, a fronteira induzida pelo Estado ganhou dinâmica própria, motivada basicamente por interesses econômicos privados agrícolas e pecuários, avançando em diferentes regiões da Amazônia (BECKER, 2005).

A trajetória da pecuária na Amazônia Legal tem se mostrado preocupante para a conservação das florestas remanescentes, uma vez que a cada ano ela se fortalece. Ao mesmo tempo, perde espaço para a agricultura no restante do país. Por sua vez, a agricultura voltada para a exportação de *commodities* é mais significativa no estado de Mato Grosso, nas regiões de cerrado internos à Amazônia Legal.

O setor madeireiro é uma atividade consolidada e natural num bioma como o amazônico. No entanto, ainda carece de sustentabilidade ambiental devido à promoção de novas fronteiras de desmatamento, de sustentabilidade social por causa da concentração de

riquezas e pela continuidade dos ciclos de crescimento e colapso (CELENTANO & VERÍSSIMO, 2007) e de sustentabilidade econômica, se consideradas as externalidades e as ignoradas possibilidades econômicas de manejo florestal.

As causas do desmatamento podem ser verificadas no contexto de uma gama extensa de variáveis, como foi verificado no Capítulo 1. No entanto, a definição de um conjunto mínimo de variáveis com maior capacidade de explicação deve ser priorizada, uma vez que elas podem identificar as ações conjuntas que promovem o desmatamento na fronteira avançada e consolidada. Assim, ao se definir dezesseis variáveis relacionadas com as atividades do setor madeireiro e da agropecuária, mais variáveis populacionais, se permitiu as análises econométricas e espaciais dos capítulos 4 e 5 com um elenco mínimo de variáveis, mas constantes na grande maioria de trabalhos econométricos pretéritos, como veremos a seguir.

## CAPÍTULO 4 – ANÁLISE ECONOMÉTRICA APLICADA AO DESMATAMENTO

Este capítulo objetiva contextualizar a utilização das variáveis independentes apresentadas no Capítulo 3 em análises econométricas, apresentar revisão bibliográfica de trabalhos econométricos voltados a explicar o desmatamento por meio de um conjunto de variáveis independentes, conceituar e aplicar um modelo econométrico baseado em regressão linear a essas variáveis independentes.

### 4 USO DE VARIÁVEIS INDEPENDENTES NA ECONOMETRIA

A econometria é definida como a análise quantitativa de fenômenos concretos inter-relacionados usando métodos de inferência adequados (SAMUELSON *et al.*, 1954). Ela visa produzir afirmações quantitativas que permitam explicar o comportamento de variáveis consideradas ou prever comportamentos ainda não observados, ou ambos (CHRIST, 1966). Os modelos econométricos representam matematicamente fenômenos (variáveis independentes) que influenciam (ou não) determinada dinâmica (variável dependente) (ANSELIN, 1988). Segundo Carvalho Jr. *et al.* (2004), a realidade só pode ser entendida através de simplificações, denominadas modelos. Ao se trabalhar com modelos, há que compreender que nenhum modelo é plenamente correto ou errado, que modelar é a arte de buscar entender e explicar o essencial do fenômeno em estudo e que os modelos são a ponte entre a realidade e a teoria. Os dados explicativos utilizados nas modelagens normalmente são originados de cinco fontes:

- (i) dados primários obtidos diretamente dos atores-chave, por meio de aplicação de questionários e de fenômenos pesquisados em campo;
- (ii) dados primários obtidos em Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Processamento Digital de Informações de Sensoriamento Remoto (PDISR),
- (iii) dados secundários sistematizados e disponibilizados por órgãos governamentais, como SIDRA, PRODES e IPEADATA, ou ministeriais, como o ALICEWEB e outros;
- (iv) dados secundários, sistematizados ou não, oriundos de ONGs como CIMI, AMAZON, ISA etc.; e
- (v) dados terciários ou secundários obtidos por meio de revisão bibliográfica.

São grandes as dificuldades de se trabalhar estatisticamente com dados oriundos de fontes diversas, pois, não havendo padronização interinstitucional de sistematização única, é necessário rearranjá-los de modo a permitir modelagens. Além da diferenciados pela abordagem espacial dos dados (país, estado, município, setor censitário) e fontes de

aquisição, os dados podem ser agrupados conforme a sua temática. Neste trabalho, eles foram sistematizados em dados populacionais, de atividades agrícolas e pecuárias e do setor madeireiro. A busca por dados oriundos da implementação de políticas de combate e prevenção do desmatamento não obteve êxito, pois não existem dados sistematizados sobre as ações governamentais, tanto no âmbito do PPCDAM quanto de outras políticas públicas de prevenção e combate ao desmatamento.

#### 4.1 ECONOMETRIA APLICADA AO DESMATAMENTO - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A região compreendida como amazônica tem sido objeto de modelagens econométricas construídas para compreender a importância de diferentes variáveis passíveis de influenciar nas taxas de desmatamento. Segundo Prates (2008), na década de 1990 surgiu expressivo número de modelos econométricos pertinentes. Esses modelos consistem em representar estatisticamente o quanto um conjunto de fenômenos sociais (variáveis independentes) influenciam as taxas de desmatamento (variável dependente).

Existem diferentes abordagens metodológicas a respeito do poder explicativo das atividades agropecuárias e da exportação de seus derivados, da população, do setor madeireiro e da influência das políticas públicas na contenção ou no fortalecimento do desmatamento. Porém a literatura não registra consenso sobre os principais determinantes das taxas do desmatamento. Reis & Margulis (1991) acreditam que não há apenas uma força principal que impulse ou explique isoladamente o desmatamento na Amazônia. Eles defendem que as causas são várias e que o desmatamento decorre de uma combinação complexa de diversas variáveis e fatores.

Em um trabalho-síntese sobre as modelagens estatísticas construídas por diferentes autores, Angelsen & Kaimowitz (1999) concluíram que o desmatamento tende a ser maior quando as áreas são mais acessíveis por rodovias, quando os preços das *commodities* e da madeira estão altos e quando os salários dos trabalhadores estão baixos. Por sua vez, Geist & Lambin (2002), com o fim de gerar uma compreensão geral dos principais fatores do desmatamento. Chegaram à conclusão de que a expansão da agricultura, da extração de madeira e da infra-estrutura são causas secundárias, enquanto que as forças motrizes são os processos sociais fundamentais (tais como a dinâmica populacional humana), fatores políticos (política agrícola), econômicos (comercialização e crescimento do mercado de madeiras), institucionais (políticas de uso da terra e subsídios agropecuários) e tecnológicos (desenvolvimento relacionado à colonização e ao transporte).

Rodrigues (2004) utilizou no seu estudo as demandas de madeira, soja e carne bovina, assim como a análise das políticas públicas e ambientais, a fragilidade institucional e o nível tecnológico. Concluiu que o desflorestamento recente decorreu de um conjunto de forças que agiram sinergicamente: políticas públicas (econômicas e ambientais), variáveis

institucionais (fragilidade), agrotecnológicas (área de pastagens e soja, estocagem) e sócio-econômicas (população, renda, demanda de alimentos). Concluiu que a influência do Estado ainda é forte na Amazônia, tanto de forma direta, como na reforma agrária e no financiamento do investimento do setor rural, como indiretamente, através das dificuldades institucionais de assegurar que sejam cumpridas as leis sobre a política fundiária e ambiental.

Correlacionando linearmente as taxas de desmatamento com diferentes fatores agropecuários, naturais e de políticas públicas, Barreto ([s.d.]) buscou explicar o “sobe e desce” das taxas anuais do PRODES. Concluiu que os preços do gado e soja apresentam forte correlação positiva com a taxa de desmatamento, depois de um ano e de imediato, respectivamente; que fatores de mercado, tais como o preço de mercadorias agrícolas e os custos de produção, influenciam positivamente a flutuação das taxas; que a criação de áreas protegidas reduz as taxas localmente, mas influencia pouco a redução global das taxas; e que o efeito da fiscalização (número de pessoas e de operações, multas, apreensão de madeira, moto-serras e tratores) no controle global do desmatamento é bem menor do que esperado. Há também conclusões animadoras no estudo de Barreto. O autor informa que o desmatamento ilegal zero é plausível desde que haja mais fiscalização, maior arrecadação de multas e reparação dos danos. Conclui também que a redução do desmatamento persistente (da ordem de 1 milhão de hectares anuais) dependerá principalmente da eliminação de subsídios diretos e indiretos, tais como a distribuição de lotes para reforma agrária em áreas pouco antropizadas e a restrição à concessão de créditos aos agricultores e pecuaristas avessos às imposições legais.

Por meio de regressão linear, Young (1988) verificou quais foram os estímulos ao desflorestamento na Amazônia nas décadas de 1970 e 1980. Os seus resultados apontaram uma relação positiva entre a área agrícola (como área do desflorestamento) e as variações no tempo dos preços agrícolas, dos créditos, da construção de rodovias e preços de terras. No entanto, observou relação negativa com o nível dos salários rurais e migração rural.

Trabalhando com modelagem linear e equações do tipo *cross-section*, Reis & Margulis (1991) buscaram estimar o desmatamento futuro na Amazônia. Para tanto, foram utilizadas variáveis como a densidade populacional, efetivo de gado bovino, área de culturas agrícolas, volume de madeira extraída e a proximidade de rodovias. Na modelagem, eles assumiram que o desmatamento obedece a uma curva logística e que as taxas são crescentes de início e decrescentes ao final do processo de desmatamento. O resultado da modelagem chegou a um valor final muito próximo à taxa de 2000 calculada pelo PRODES, ano de término da previsão dos autores.

Analisando estatisticamente a influência de dados da pecuária sobre as taxas do desmatamento e o nível de bem-estar da população de Mato Grosso, Azevedo & Pasquis

(2006) verificaram que municípios com níveis de desmatamento parecidos entre si apresentam níveis de bem-estar aproximados, principalmente aqueles onde já se instalou a pecuária. Entretanto, quando predomina o agronegócio associado com atividades de comercialização de insumos, máquinas e implementos, o nível de bem-estar melhora. Destacam os autores, entretanto, que a comercialização é o fator preponderante na melhoria do índice, e não a atividade agropecuária (AZEVEDO & PASQUIS, 2006).

Para Caldas (2001), uma das mais importantes teorias sobre as causas do desmatamento em florestas tropicais está relacionada ao crescimento populacional e ao seu posterior avanço para as áreas de fronteiras. Nessa perspectiva, o desmatamento resulta das grandes pressões populacionais. Neste sentido, segundo Reis (1996), o crescimento populacional e a expansão da malha rodoviária são os motores da ocupação econômica da Amazônia brasileira e a atividade agropecuária constitui a principal causa imediata do desflorestamento, tendo a extração madeireira papel secundário.

O modelo econométrico “painel de dados” foi usado por Prates (2008) para avaliar as causas do desmatamento na Amazônia Legal entre 2000 e 2004. Ele considerou o crescimento da população, do crédito rural, dos gastos do governo em agricultura e no sistema de transporte, do rebanho bovino, dos índices de preços da agricultura temporária e permanente, do preço da soja, da extração de madeira, da renda municipal e da renda municipal ao quadrado. Com exceção dos gastos em agricultura e da extração de madeira, todas essas variáveis mostraram correlação positiva para explicar o desmatamento na região amazônica como um todo. Sintetiza o autor que o principal determinante do desmatamento é o crescimento da população, manifestado na expansão populacional, nas atividades agropecuárias, na extração de madeira e na ampliação da infra-estrutura.

Vincent & Ali (1997) analisaram os resultados de um modelo de regressão múltipla relacionando à mudança da cobertura vegetal nas florestas tropicais da Malásia Peninsular entre 1972 e 1981, usando variáveis ligadas à renda e à população. Os autores não encontraram evidências concretas de que a taxa de mudança na cobertura florestal tenha estado significativamente relacionada à densidade populacional, ao crescimento da população, à taxa de mudança na renda ou à capacidade de uso da terra.

#### 4.2 APLICAÇÃO DA REGRESSÃO LINEAR NO “R”

A partir da lista de variáveis dos trabalhos citados, ficaram definidos como fatores passíveis de tabulação para serem analisados espacialmente (vistos no Capítulo 3) e econometricamente os afeitos às atividades de pecuária e agricultura, setor madeireiro e dados populacionais. Eles estão presentes na quase totalidade das análises econométricas, apresentando sempre grande pertinência para explicar/prever as taxas de desmatamento.

A aplicação da regressão linear múltipla foi realizada nesta pesquisa em ambiente “R”. O “R” é uma linguagem e ambiente para computação estatística e elaboração de gráficos. É um projeto GNU similar à linguagem e ambiente “S”. O “R” disponibiliza uma grande variedade de métodos estatísticos e técnicas gráficas. (HORNICK, 2009; R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009). No “R”, as variáveis foram consolidadas em banco de dados (“bdcons”) e utilizadas na regressão linear, nomeadas como na Figura 10:

```

R Console
> names(bdcons)
 [1] "GEOUF" "AREAKM2" "GEOCOD6" "DESM02" "DESM03" "DESM04" "DESM05" "DESM06"
 [9] "DESM07" "POPO2" "POPO3" "POPO4" "POPO5" "POPO6" "POPO7" "DPOPO2"
[17] "DPOPO3" "DPOPO4" "DPOPO5" "DPOPO6" "DPOPO7" "CPOPO2" "CPOPO3" "CPOPO4"
[25] "CPOPO5" "CPOPO6" "CPOPO7" "GADO02" "GADO03" "GADO04" "GADO05" "GADO06"
[33] "GADO07" "AVES02" "AVES03" "AVES04" "AVES05" "AVES06" "AVES07" "PBAG02"
[41] "PBAG03" "PBAG04" "PBAG05" "PBAG06" "SJPDO2" "SJPDO3" "SJPDO4" "SJPDO5"
[49] "SJPDO6" "SJPDO7" "SJAPO2" "SJAPO3" "SJAPO4" "SJAPO5" "SJAPO6" "SJAPO7"
[57] "CNPDO2" "CNPDO3" "CNPDO4" "CNPDO5" "CNPDO6" "CNPDO7" "CNAPO2" "CNAPO3"
[65] "CNAPO4" "CNAPO5" "CNAPO6" "CNAPO7" "CARVO2" "CARVO3" "CARVO4" "CARVO5"
[73] "CARVO6" "CARVO7" "LENHA02" "LENHA03" "LENHA04" "LENHA05" "LENHA06" "LENHA07"
[81] "TORAO2" "TORAO3" "TORAO4" "TORAO5" "TORAO6" "TORAO7" "MD2PC02" "MD2PC03"
[89] "MD2PC04" "MD2PC05" "MD2PC06" "MD2PC07" "MD2FDO2" "MD2FDO3" "MD2FDO4" "MD2FDO5"
[97] "MD2FDO6" "MD2FDO7" "PRDSM02" "PRDSM03" "PRDSM04" "PRDSM05" "PRDSM06" "PRDSM07"
>

```

Figura 10: Denominação no “R” das variáveis usadas na regressão linear.  
Fonte: R version 2.9.0.

Na tabela “bdcons”, de 771 linhas e 104 colunas, os sufixos “02”, “03”, “04”, “05”, “06” e “07” informam o ano do dado coletado (2002 a 2007), “AREAKM2” indica a área oficial municipal, “GEOUF” armazena o geocódigo da unidade federativa e “GEOCOD6” representa o geocódigo de seis valores, indexador do banco de dados com o arquivo *shapefile*<sup>15</sup> de municípios do IBGE.

#### 4.3 O USO DA REGRESSÃO LINEAR

Regressão é um método estatístico que investiga a relação funcional entre uma variável  $Y$ <sup>16</sup> (dependente ou explanatória) e uma variável  $X$ <sup>17</sup> (independente ou explicativa). A regressão linear simples é usada para modelar a relação entre duas variáveis  $Y$  e  $X$ , de tal forma que, dado um valor específico de  $X$ , podemos então prever o valor esperado de  $Y$  (LESAGE & PACE, 2009). A verificação da correlação dos fatores agropecuários, da dinâmica populacional e setor madeireiro como explicativos do desmatamento está fundamentada no uso da regressão linear.

<sup>15</sup> Os arquivos *shapefile* armazenam feições geográficas e os seus atributos tabulares. É o formato padrão do ARCVIEW e é usado como padrão de distribuição de dados SIG (SANTOS, 2009).

<sup>16</sup> Ao longo do trabalho,  $Y$  sempre fará referência ao desmatamento anual e  $y$  a taxas de desmatamento em cada município.

Do mesmo modo que Rodrigues (2004) orienta que não se deve reduzir a explicação de uma realidade complexa a uma única causa, não é apropriado levar em conta um universo de relações que só influenciam marginalmente os fenômenos observados. Deste modo, a regressão linear permite, em termos puramente estatísticos, verificar o grau de pertinência de um conjunto de variáveis para explicar o comportamento de outra variável. A regressão de uma variável  $Y$  sobre uma variável  $X$  é realizada pela expressão 1 que segue:

$$E(Y/X = x) \quad (1)$$

$E$  representa o valor esperado de  $Y$  quando  $X$  recebe um determinado valor  $x$ .

Como temos mais do que uma variável para correlacionar com as taxas de desmatamento, a regressão linear deverá ser múltipla. A regressão múltipla é utilizada para estimar o efeito parcial que variáveis explicativas exercem simultaneamente sobre uma variável dependente (WOOLDRIDGE, 2000). Baseado em Wooldridge (2000) e Matricardi (2007), o modelo para a regressão linear múltipla foi definido como:

$$Y(\text{DESM}) = \beta_0 + \beta_1_{\text{POP}} + \beta_2_{\text{CPOP}} + \dots + \beta_{15}_{\text{MD2FD}} + \beta_{16}_{\text{PRDSM}} + u \quad (2)$$

onde  $Y(\text{DESM})$  é a variável observada continuamente (variável dependente),  $\beta_0$  é o coeficiente linear (intercepto),  $\beta_1$  é o coeficiente angular associado à variável POP (variável independente),  $\beta_2$  é o coeficiente angular associado à variável DPOP (independente) e assim por diante até  $\beta_{16}$ , coeficiente angular associado à variável PRDSM (independente). O termo  $u$  na fórmula representa os erros inerentes ao modelo, ou seja, ele é o termo de perturbação ou resíduos do modelo, informando o quanto o modelo deixou de explicar de  $Y$ .

#### 4.4 ANÁLISE DA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA CONJUNTA E ISOLADA

A partir dos dados de desmatamento da tabela “bdcons” e dos bancos de dados anuais derivados dela, foi aplicado o modelo de regressão linear múltipla no “R”, uma aplicação para cada ano analisado. Ao longo do texto, a regressão linear múltipla que usou as 16 variáveis foi denominada de regressão conjunta, e a regressão usando apenas a variável de maior correlação das atividades da pecuária, agricultura, população e setor madeireiro foi denominada de regressão isolada.

A significância da correlação entre variáveis independentes e a variável dependente foi de 100%, 99% e 95% de probabilidade. A Tabela 2, abaixo, sintetiza os resultados mais significativos para as variáveis independentes nas regressões lineares conjuntas<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup>  $X$  faz referência aos fatores do desmatamento (agropecuária, socioeconomia e setor madeireiro) e  $x$  a cada um destes fatores em nível municipal.

<sup>18</sup> O resultado anual de cada regressão linear conjunta pode ser consultado no Apêndice.

Tabela 2: Síntese\* dos valores alcançados nas regressões lineares conjuntas.

variável	coeficiente estimado	desvio padrão	valor t	probabilidade	ano
Intercepto	-3.402e+00	1.950e+00	-1.745	0.0814	2007
POP	2.457e-05	1.535e-05	1.600	0.1099	2007
DPOP	-1.863e-01	5.371e-01	-0.347	0.7288	2004
CPOP	2.664e+02	5.153e+01	5.169	3.01e-07	2004
GADO	2.345e-04	1.102e-05	21.281	< 2e-16	2007
AVES	-2.241e-05	1.084e-05	-2.067	0.03908	2002
PBAG	5.986e-04	2.390e-04	2.505	0.01246	2002
SJPD	7.744e-05	3.603e-05	2.149	0.03192	2005
SJAP	-2.643e-01	6.180e-02	-4.277	2.13e-05	2007
CNPD	-3.848e-05	2.435e-05	-1.580	0.114	2003
CNAP	-3.594e-01	3.280e-01	-1.096	0.27348	2002
CARV	-8.263e-03	4.246e-03	-1.946	0.05203	2002
LENHA	-1.828e-03	9.003e-04	-2.030	0.04266	2002
TORA	1.906e-05	1.800e-05	1.059	0.289965	2006
MD2PC	1.726e-05	3.658e-05	0.472	0.637233	2006
MD2FD	NA**	NA	NA	NA	NA
PRDSM	NA	NA	NA	NA	NA

\* A priorização da síntese considerou as probabilidades de 100%, 99% e 95%.

\*\* Valores não definidos devido singularidades dos dados.

Fonte: R version 2.9.0. Elaboração do Autor.

Os resíduos e interceptos da regressão linear do Gráfico 4 referem-se à regressão linear múltipla para 2006, ano que melhor respondeu ao modelo econométrico empregado:

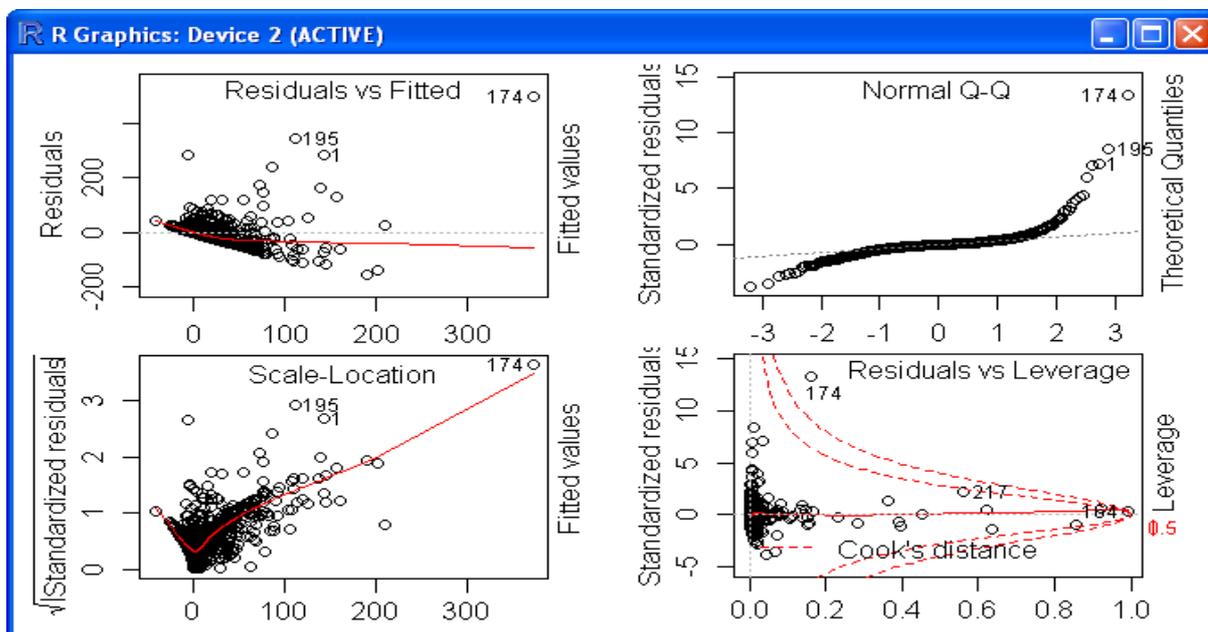


Gráfico 4: Resíduos e interceptos da regressão linear conjunta, ano de 2006.

Fonte: R version 2.9.0.

Os valores das variáveis para os municípios paraenses de Almeirim (codificado como 164 nos gráficos), Breu Branco (217) São Félix do Xingu (174), Tucuruí (195), e a capital de Rondônia, Porto Velho (1), os colocam como *outliers*, o que diminui o poder de explicação das variáveis listadas frente às taxas de desmatamento. Os *outliers* serão

apontados nas regressões isoladas dos fatores da pecuária, agricultura, setor madeireiro e dados populacionais, assim como quais são os estados de maior influência em cada variável.

Resíduos são inerentes às modelagens econométricas, uma vez que o conjunto das variáveis explicativas reduz um fenômeno complexo a um conjunto restrito de variáveis, sendo que algumas pouco ou nada influenciam. Na regressão conjunta, as variáveis da quantidade e da área plantada de cana-de-açúcar produzida, produção de madeira em toras e produção de madeira em tora para papel e celulose não apresentaram correlação com as taxas de desmatamento. As variáveis da população municipal, densidade populacional, efetivo de aves, PIB municipal agropecuário, quantidade de soja produzida e produção de carvão vegetal somam 28,70% da correlação total do modelo, tendo assim influência residual.

A totalização dos resíduos da regressão conjunta tem um valor médio de 64,59%, ou seja, as 16 variáveis explicativas se correlacionam com o desmatamento entre os anos de 2002 até 2007 na ordem de 35,41%. Em média, o efetivo do rebanho bovino contabiliza 25,29%, o crescimento populacional totaliza 25,20%, a área plantada de soja perfaz 16,64% e a produção de lenha chega a apenas 4,17%, valor idêntico ao efetivo da avicultura, do PIB municipal agropecuário e da quantidade de soja produzida. Interessante notar que na medida em que se aproxima o ano de 2007, os resíduos totais diminuem. Em 2002 o resíduo era de 70,79%, fica em 65,87% em 2005 e fecha 2007 com 39,47%.

Na seguinte ordem, o efetivo do rebanho bovino, o crescimento populacional, a área plantada de soja e a produção de lenha foram as variáveis de cada grupo com as maiores correlações com as taxas de desmatamento. Os tópicos seguintes apresentam a regressão linear isolada aplicada em cada uma dessas variáveis.

#### 4.4.1 Regressão isolada no efetivo do rebanho bovino

O efetivo do rebanho bovino foi a única variável que apresentou probabilidade de 100% de correlação com as taxas de desmatamento ao longo de todos os anos analisados. A regressão isolada do efetivo do rebanho bovino trouxe resultados de correlação muito próximos do encontrado na regressão conjunta.

Como pode ser verificado na Tabela 3, a regressão isolada do efetivo bovino traz a informação de que a influência do gado no desmatamento é maior depois de dois anos (em média) do que no próprio ano do desmatamento. Um retardo de pelo menos um ano já era esperado, uma vez que as taxas do PRODES referem-se a agosto de um ano a julho do próximo ano. Por sua vez, os dados do IBGE referem-se especificamente ao ano informado, isto é, de janeiro a dezembro.

Tabela 3: Regressão linear isolada do efetivo do rebanho bovino.

<b>variável dependente</b>	<b>variáveis independente</b>	<b>coeficiente estimado</b>	<b>desvio padrão</b>	<b>valor t</b>	<b>probabilidade</b>
DESM02	GADO02	4.051e-04	1.546e-04	2.620	0.00897
	GADO06*	1.769e-03	1.918e-04	9.225	< 2e-16
DESM03	GADO03	-0.0007513	0.0002212	-3.396	0.000719
	GADO06*	1.769e-03	1.918e-04	9.225	< 2e-16
DESM04	GADO04	3.593e-05	2.116e-04	0.170	0.865
	GADO06*	1.769e-03	1.918e-04	9.225	< 2e-16
DESM05	GADO05	-1.338e-03	2.583e-04	-5.182	2.82e-07
	GADO07*	7.235e-04	7.759e-05	9.324	< 2e-16
DESM06	GADO06	7.777e-04	1.166e-04	6.668	4.97e-11
DESM07	GADO07	2.473e-04	4.693e-05	5.269	1.78e-07
	GADO06*	1.769e-03	1.918e-04	9.225	< 2e-16

\* a variável deste ano teve uma correlação maior que a do próprio ano do desmatamento.

Fonte: R version 2.9.0. Elaboração do Autor.

Os resíduos gerados na regressão isolada do gado apresentam em média valor de 56,09%, menor que o resultado da regressão conjunta, que foi de 64,59% em média. Os resíduos do efetivo do rebanho bovino também diminuíram na medida em que os dados se aproximaram de 2007. Em 2002 eram de 60,37%, ficam com 56,19% em 2005 e fecham 2007 com 33,99%.

Porto Velho, a capital de Rondônia, e os municípios paraenses de Altamira, Novo Progresso e São Félix do Xingu são *outliers* em relação ao efetivo do rebanho bovino. Isso indica que existe (ou existem) nesses municípios outras variáveis que são tão ou mais importantes que o rebanho bovino para se correlacionarem com o desmatamento. Estados como o Amazonas, Amapá, Maranhão e Roraima não apresentam efetivos bovinos que possam diagnosticar correlação com os desmatamentos estaduais, o que recomenda uma análise desagregada para cada estado a fim de verificar regionalmente o peso do gado sobre as taxas de desmatamento nos diferentes estados da Amazônia Legal. Como o estado do Tocantins não é plenamente analisado pelo PRODES, não há como realizar tal diagnóstico regional para a maioria dos seus municípios.

#### 4.4.2 Regressão isolada na área plantada de soja

A área plantada de soja teve ao longo do período analisado um poder explicativo complementar ao do gado. Na Tabela 4 se verifica que a área plantada de soja se correlaciona com o desmatamento numa probabilidade de 100% em 2006 e 2007, 99% em 2005 e 95% em 2004. Os anos restantes não apresentaram correlação significativa. Essas correlações foram sempre positivas, mas tiveram variação considerável no período. A resposta média da área plantada de soja em relação ao desmatamento é de meio ano, ou imediata, se considerarmos a temporalidade das taxas de desmatamento, que sintetizam o corte raso entre os meses de agosto a julho.

Tabela 4: Regressão linear isolada da área plantada de soja.

<b>variável dependente</b>	<b>variáveis independente</b>	<b>coeficiente estimado</b>	<b>desvio padrão</b>	<b>valor t</b>	<b>probabilidade</b>
DESM02	SJAP02	0.3011	0.3989	0.755	0.451
	SJAP05*	-0.6937	0.4551	-1.524	0.128
DESM03	SJAP03	-0.007081	0.527820	-0.013	0.9893
	SJAP05*	-0.958245	0.559019	-1.714	0.0869
DESM4	SJAP04	-0.62873	0.47189	-1.332	0.1831
	SJAP05*	-1.05097	0.53013	-1.982	0.0478
DESM05	SJAP05	-0.70209	0.45282	-1.550	0.121
DESM06	SJAP06	0.14609	0.26286	0.556	0.579
	SJAP05*	-0.31825	0.27932	-1.139	0.255
DESM07	SJAP07	0.14606	0.24802	0.589	0.556
	SJAP05*	-0.27937	0.26775	-1.043	0.297

\* a variável deste ano teve uma correlação maior que a do próprio ano do desmatamento.

Fonte: R version 2.9.0. Elaboração do Autor.

Os resíduos gerados na regressão isolada são de 79,05% em média (aumentaram 14,47% em relação à regressão conjunta), o que significa que a área plantada de soja necessita de outras variáveis para se correlacionar adequadamente com as taxas de desmatamento. Os resíduos da regressão isolada do plantio de soja também diminuíram na medida em que se aproximaram do ano de 2007. Eles eram bem próximos em 2002 e 2005 (84,85% e 84,42, respectivamente), mas ficaram com 49,92% em 2007.

Os municípios de Santana do Araguaia, São Félix do Xingu e Tucuruí no Pará, Rio da Conceição no Tocantins e Porto Velho em Rondônia, são *outliers* em relação à área plantada de soja. Os estados que predominam na influência da soja sobre as taxas de desmatamento são o Maranhão e o Tocantins, e, com influência bem maior, o Mato Grosso. Ao se analisar também os municípios de outros estados amazônicos e considerar os seus resultados de modo agregado para toda a AML, a área plantada de soja talvez tenha perdido importância na regressão conjunta e isolada.

#### 4.4.3 Regressão isolada na produção de lenha

Na regressão conjunta das variáveis do setor madeireiro, somente a produção de lenha e de carvão apresentaram correlação com o desmatamento, 99% e 95% respectivamente, e ambas apenas em 2002. A correlação foi fraca e pontual, mas positiva. Na regressão isolada da produção de lenha, a fraca correlação de 2002 não persiste.

Conforme se verifica nos dados da Tabela 5, das seis variáveis definidas para o setor madeireiro, duas foram ignoradas nas regressões conjunta e isoladas (produção do setor madeireiro e de madeira para fins diversos), devido a problemas de singularidade. Como discutido anteriormente, os dados do setor madeireiro não correspondem à realidade da atividade madeireira amazônica, o que pode explicar o fraco desempenho de suas variáveis. No entanto, a baixa correlação encontrada na regressão conjunta e a inexistência

de correlação na regressão isolada deixa antever que o setor madeireiro responde pelo desmatamento de modo complementar e acessório de outras atividades, confirmando as análises da bibliografia consultada.

Tabela 5: Regressão linear isolada da produção de lenha.

variável dependente	variáveis independente	coeficiente estimado	desvio padrão	valor t	probabilidade
DESM02	LENHA02	-0.0006498	0.0020100	-0.323	0.747
	LENHA07*	-0.0009215	0.0013563	-0.679	0.497
DESM03	LENHA03	-0.0007344	0.0011821	-0.621	0.535
DESM4	LENHA04	0.0001312	0.0007457	0.176	0.860
	LENHA02*	-0.0015222	0.0023556	-0.646	0.518
DESM05	LENHA05	0.0014262	0.0036700	0.389	0.698
	LENHA07*	-0.0008788	0.0013489	-0.651	0.515
DESM06	LENHA06	-1.774e-04	1.939e-03	-0.091	0.927
	LENHA07*	-5.180e-04	8.302e-04	-0.624	0.533
DESM07	LENHA07	-0.0003447	0.0007958	-0.433	0.665
	LENHA04*	0.0002336	0.0003733	0.626	0.532

\* a variável deste ano teve uma correlação maior que a do próprio ano do desmatamento.  
Fonte: R version 2.9.0. Elaboração do Autor.

Os resíduos da regressão isolada são muito altos (79,56% em média) e também apresentam o padrão de declínio ao longo do período. Eles iniciaram em 2002 com 85,29%, somam 84,83% em 2005 e caíram significativamente em 2007, na ordem de 50,04%.

Os gráficos para o ano de 2002 demonstram que, principalmente o município de São Félix do Xingu, mas também outros municípios paraenses, como Altamira, Breu Branco e Novo Progresso, são *outliers* em relação à produção de lenha na AML. Nos dados do IBGE, apenas os estados do Mato Grosso, Pará e Maranhão respondem pela produção de lenha amazônica, ficando os outros seis estados sem qualquer representação dessa atividade.

#### 4.4.4 Regressão isolada no crescimento populacional

O crescimento populacional trouxe ao conjunto das 16 variáveis escolhidas a segunda variável com a maior correlação com as taxas de desmatamento. Ela respondeu em 100% de probabilidade com as taxas de desmatamento nos anos de 2003, 2004 e 2007 e em 99% nos anos restantes.

A correlação do crescimento populacional com as taxas de desmatamento foi positiva para todos os anos analisados e manifestou-se para todos os anos em valores maiores que 95%. A sua regressão linear isolada trouxe resultados de correlação muito próximos ao encontrado na regressão linear conjunta, conforme se depreende dos dados encontrados na Tabela 6:

Tabela 6: Regressão linear isolada do crescimento populacional.

<b>variável dependente</b>	<b>variáveis independente</b>	<b>coeficiente estimado</b>	<b>desvio padrão</b>	<b>valor t</b>	<b>probabilidade</b>
DESM02	CPOP02	79.870	82.267	0.971	0.332
	CPOP06*	1915.734	352.820	5.430	7.59e-08
DESM03	CPOP03	83.591	193.112	0.433	0.665237
	CPOP06*	2051.926	435.711	4.709	2.95e-06
DESM4	CPOP04	-24.732	99.673	-0.248	0.804
	CPOP05*	-1103.886	202.211	-5.459	6.47e-08
DESM05	CPOP05	-761.195	173.320	-4.392	1.28e-05
DESM06	CPOP06	844.245	217.245	3.886	0.000111
	CPOP07*	59.597	10.038	5.937	4.4e-09
DESM07	CPOP07	54.835	9.626	5.696	1.75e-08
	CPOP06*	788.070	208.332	3.783	0.000167

\* a variável deste ano teve uma correlação maior que a do próprio ano do desmatamento.

Fonte: R version 2.9.0. Elaboração do Autor.

Conforme o modelo econométrico proposto, o crescimento populacional depende de outras variáveis para melhor se correlacionar com o desmatamento. Em média, os resíduos apresentados na regressão isolada são de 75,45%, um crescimento de 10,87% em relação aos resíduos médios da regressão conjunta. Os resíduos também diminuíram conforme 2007 se aproximava: em 81,31% em 2002, 79,81% em 2005 e fecham com 48,01% em 2007.

Os municípios de São Félix do Xingu e Tucuruí no Pará, Colniza no Mato Grosso e Porto Velho em Rondônia, são os principais *outliers* em relação ao crescimento populacional, indicando que esta variável não se correlaciona tão adequadamente com as taxas de desmatamento nesses municípios. O crescimento populacional se comportou de modo semelhante em todos os estados da AML no período estudado. O Amapá é o estado de maior crescimento populacional e Rondônia teve o menor crescimento, embora ambos – aliás, todos os nove estados da AML – tenham tido o seu crescimento populacional arrefecido ao final da série temporal analisada.

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão da literatura sobre o conceito de modelagens econométricas, a utilização de regressão linear múltipla na análise de variáveis independentes sobre uma variável dependente, as abordagens metodológicas e a definição de fatores por outros autores permitiu consolidar e referendar as escolhas metodológicas realizadas do presente trabalho. A aplicação de regressão linear múltipla nas variáveis apresentadas no Capítulo 3, a partir de um modelo econométrico, apresentou resultados que dificilmente poderiam ser identificados nos dados desagregados e dispersos. Dentre esses resultados, o que mais se destaca é a identificação das variáveis de maior e menor correlação estatística com as taxas de desmatamento.

Confirmando o que a literatura especializada vaticina, a pecuária foi o fator preponderante na explicação do desmatamento amazônico ao longo dos anos de 2002 e 2007. Outra variável não tão utilizada nas análises econométricas quanto o efetivo bovino, e que rivalizou com ele dentro do período estudado, foi o crescimento populacional, indicando que a dinâmica populacional exerce forte pressão sobre a floresta amazônica.

A agricultura no agregado amazônico perdeu força explicativa no modelo econométrico empregado, uma vez que nela se configuram forças de atuação com grandezas numéricas muito diferenciadas: o agronegócio e agricultura familiar. Tendo como *proxy* a área plantada de soja, o agronegócio concentra-se principalmente no estado do Mato Grosso, mas também no Tocantins e Maranhão, enquanto que a agricultura familiar está presente no restante da AML. Mesmo assim, a atividade agrícola ficou em terceiro lugar na regressão linear conjunta. Os dados do setor madeireiro ficaram prejudicados por não retratarem a realidade da atividade madeireira na Amazônia.

A concentração da atividade pecuária em Mato Grosso e, com menor significância, em Rondônia e Pará, talvez tenha colocado todo o desmatamento realizado na Amazônia Legal como corolário da pecuária, uma vez que estes três estados respondem por parcela significativa do desmatamento no período considerado. Sobre isso, seria interessante analisar os dados do efetivo do rebanho bovino agregado em estados da Amazônia Legal, a fim de verificar se a sua influência varia significativamente de estado para estado. Procedimento semelhante para as outras variáveis também seria indicado. Como o foco aqui era testar o conjunto das variáveis para a AML como um todo, não foram realizados testes neste sentido.

A falta de um tratamento prévio nos dados e a abordagem linear na regressão empregada provavelmente expliquem os resíduos relativamente altos do modelo econométrico. Porém, pode-se dizer que os dados brutos permitiram a verificação, de modo inequívoco, de sua correlação com as taxas de desmatamento. Algumas técnicas passíveis de serem aplicadas nos dados brutos os modificariam a ponto de os modelos empregados “confessarem” relações fracas ou mesmo inexistentes. Assim, preferiu-se não “torturar” os dados, nem aplicar modelos muito complexos, a fim de que os resultados demonstrassem somente as correlações existentes, e não outras que porventura se pretendesse ver ou existir.

Uma lacuna grave sentida no desenvolvimento do Capítulo 4 e que só poderia ser sanada pelo poder público federal seria o provimento de informações da implementação das políticas públicas de controle e combate ao desmatamento, principalmente no âmbito do PPCDAM. As variáveis que poderiam retratar a implementação dessas políticas poderiam ser a quantificação dos recursos financeiros e humanos envolvidos, as multas aplicadas e

as apreensões de material utilizado no desmatamento, a criação de unidades de conservação e a homologação de terras indígenas, dentre outras possibilidades.

A espacialização das principais variáveis envolvidas no desmatamento entre 2002 e 2007 baseou-se na correlação linear apresentada no Capítulo 4. Assim, o Capítulo 5 apresenta uma análise espacial para as variáveis da agropecuária, do setor madeireiro e dados populacionais que guardaram maior correlação com as taxas do desmatamento PRODES.

## **CAPÍTULO 5 – ANÁLISE ESPACIAL APLICADA AO DESMATAMENTO**

### **5 INTRODUÇÃO**

Apresenta-se neste capítulo o conceito de território e os seus desdobramentos nos processos de territorialização, desterritorialização e reterritorialização, para permitir a análise da dinâmica espacial das variáveis agropecuárias, do setor madeireiro e populacionais de maior correlação estatística com as taxas de desmatamento entre os anos de 2002 e 2007. Após a espacialização, se faz a descrição sucinta dos processos de territorialização, desterritorialização e reterritorialização passíveis de verificação com os dados disponíveis.

#### **5.1 TERRITORIALIZAÇÃO, DESTERRITORIALIZAÇÃO E RETERRITORIALIZAÇÃO**

Conforme Delaney (2005), a noção de território tem duas dimensões internas de análise: territórios materiais e territórios imateriais. A dimensão material diz respeito à área do território e a dimensão imaterial corresponde às estratégias dos sujeitos para a construção de seu território (FERNANDES, 2005). Essas duas dimensões são indissociáveis na construção dos territórios e são indispensáveis em uma análise espacial.

Mesmo que a superfície seja importante para a definição do território (dimensão material), outros territórios poderão se estabelecer na mesma área, caso não disputem dimensões de poder com a atividade territorial predominante. Esses territórios não serão excludentes e, caso não haja coincidência de interesses entre eles, poderão coexistir; o contrário também ocorre, quando surge uma relação de conflito que ocasiona os processos de TDR (RAFFESTIN, 1993; GIRARDI, 2008).

A noção de território é importante para a análise espacial deste Capítulo, uma vez que tendo ela como um norteador, pode-se verificar nos agrupamentos espaciais formados no decorrer de 2002 à 2007 para cada uma das variáveis consideradas, que podem ser considerados como processos de territorialização, desterritorialização e reterritorialização.

#### **5.2 METODOLOGIA APLICADA NA ESPACIALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS**

A espacialização das variáveis de maior correlação com as taxas de desmatamento visa retratar “a produção do espaço geográfico pelo ser humano, uma vez que, da mesma forma que humanidade produz sentido, pensamento, obras, bens e mercadorias, ela também produz o espaço geográfico (BRUNET, 2001).

Um mapeamento pode influenciar o entendimento do que está sendo mapeado, uma vez que um mapa sempre apresenta um discurso, que pode ser tendencioso ou inadequado,

deliberadamente ou não<sup>19</sup>. Assim, a própria apresentação visual sempre terá um grau de arbitrariedade em sua escolha e sempre estaremos “mentindo” ao produzirmos mapas. A questão é sabermos o quanto estamos mentindo e informarmos isso claramente (MONMONIER, 1991).

Em ambiente SIG, os dados tabulares de cada feição geográfica (centróide de municípios) podem ser amostrados de diferentes formas. Dependendo da amplitude dos dados, os valores para cada classe serão diferentes, embora a fonte primária seja a mesma. Os métodos de amostragem comumente disponíveis em SIG são (GRAYSON, 2002):

1. *unique values*: cada valor é tratado separadamente;
2. *manual classification*: o analista indica os limites entre cada classe;
3. *equal interval*: valores divididos em “n” classes, com intervalos iguais entre si;
4. *equal area*: valores definidos a partir da área de cada polígono;
5. *exponential interval*: os intervalos são selecionados de tal maneira que o número de observações cresce (ou decresce) exponencialmente;
6. *quantile*: os intervalos são selecionados de tal maneira que o número de observações em cada intervalo é igual, na medida do possível;
7. *natural breaks*: também conhecido como método de Jenks, tem como objetivo criar classes com a menor variância interna e maior variabilidade externa;
8. *standard deviation*: as classes são criadas com base na distância do atributo em relação à distância da média da normal padronizada com o seu desvio-padrão;
9. *box method*: objetiva dar destaque aos dados *outliers*.

A escolha da amostragem dos dados recaiu sobre o método de Jenks (*natural breaks*), o mais utilizado nas análises espaciais (LESAGE & PACE, 2009).

O agrupamento dos dados em classes distintas é a chave para se produzir mapeamentos inteligíveis passíveis de interpretação imediata (GRAYSON, 2002). Na espacialização das variáveis, os dados foram divididos em cinco classes, pois amplitude dos dados varia muito entre as variáveis independentes e dependente. Al[em disso, a divisão em cinco classes evidencia os valores extremos e indica as áreas de transição.

Assim, com base na regressão linear múltipla apresentada no Capítulo 4, foram espacializadas as variáveis de maior correlação econométrica com as taxas de desmatamento entre os anos de 2002 e 2007. Passamos a seguir a citar e discutir alguns resultados.

---

<sup>19</sup> Conforme Joly (2004), todo mapa tem uma função discursiva. O mapa “transmite e propõe determinada visão” (JOLY, 2004, p.10). Nesta linha, Harley afirma que na “aparente honestidade de um mapa, há silêncios e contradições” (HARLEY, 1989, p. 3).

### 5.2.1 Espacialização da agropecuária

O efetivo do rebanho bovino foi a variável de maior correlação com as taxas de desmatamento em todos os anos. Ela está espacializada na figura 11 abaixo:

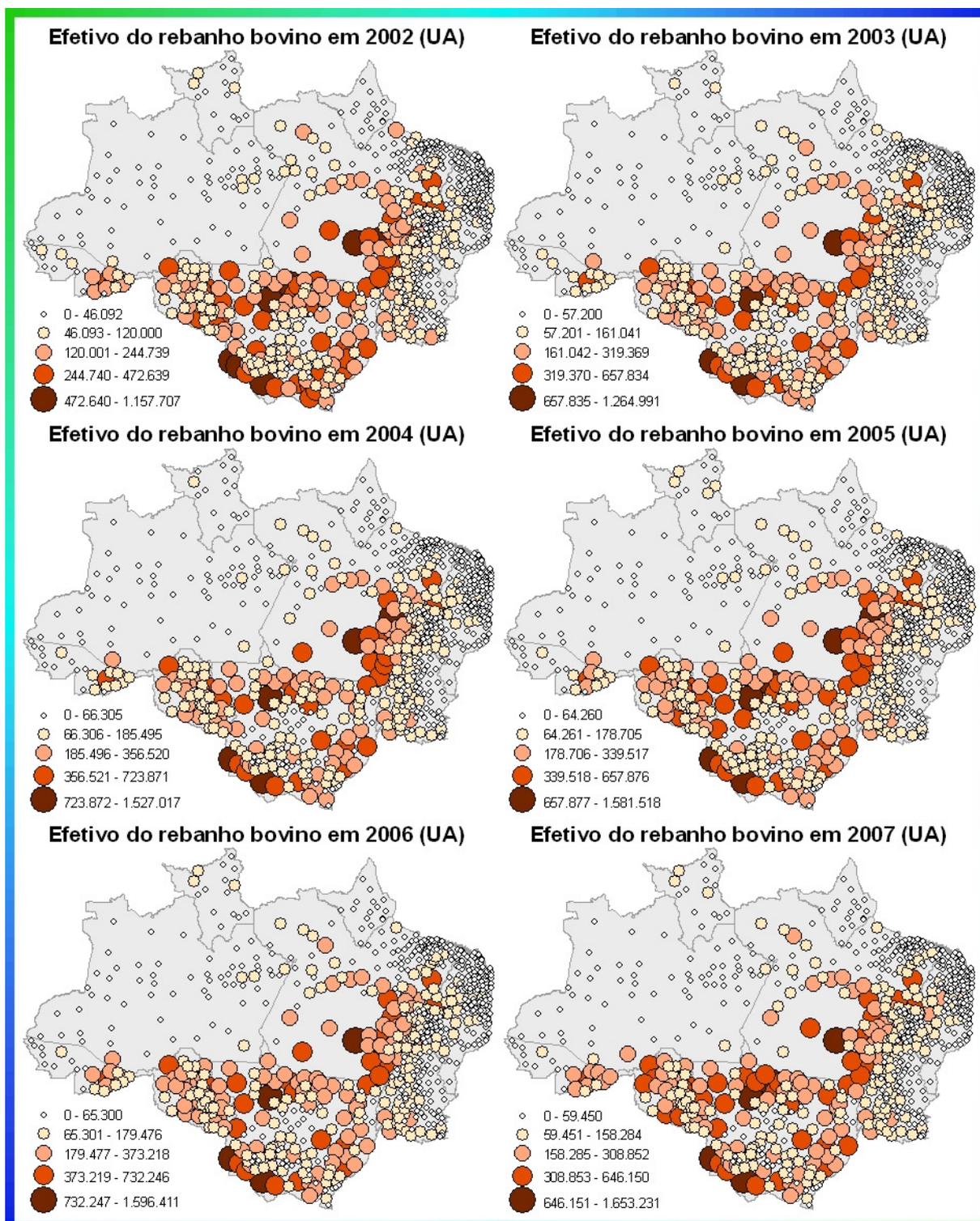


Figura 11: Abrangência do efetivo do rebanho bovino na Amazônia Legal (2002- 2007).  
Fonte: Pesquisa da pecuária municipal, IBGE. Elaboração do Autor.

Entre os anos de 2002 e 2007, o efetivo do rebanho bovino na Amazônia Legal saltou de quase 57 milhões para mais de 67 milhões, um aumento de 22,24% em seis anos. Conforme o Gráfico 5, os estados de Mato Grosso, Pará e Rondônia respondem por mais de três quartos desse crescimento, respectivamente na ordem de 27,05%, 25,06% e 23,51%. Estados como o Amapá, Roraima e Tocantins somam juntos menos de 4% do total (0,15%, 0,46% e 3,30%, respectivamente).

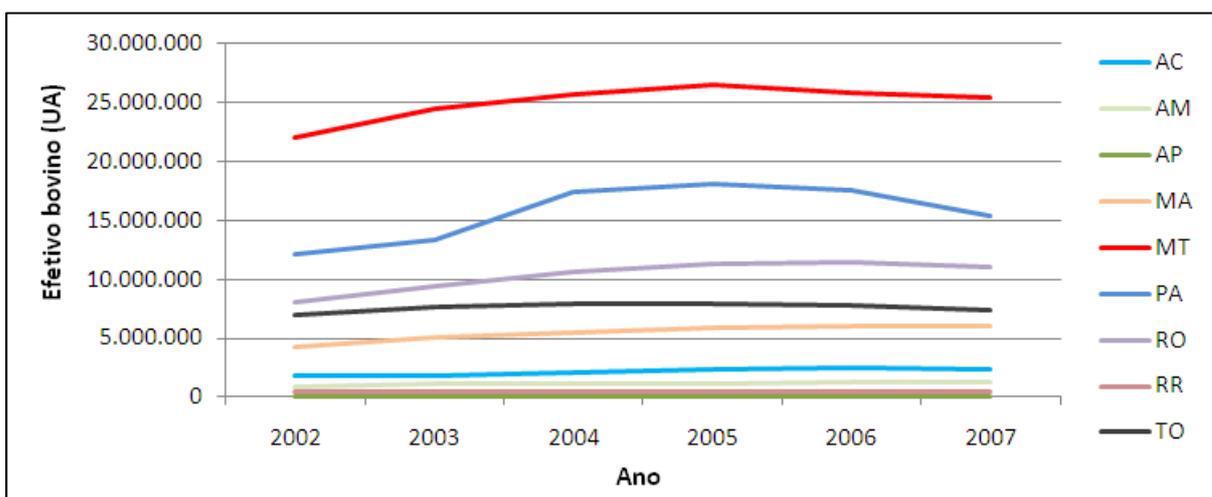


Gráfico 5: Efetivo do rebanho bovino nos estados da Amazônia Legal (2002 - 2007).  
Fonte: Pesquisa da pecuária municipal, IBGE. Elaboração do Autor.

Houve crescimento entre os anos de 2002 até 2005, sendo 2004 o ano que apresenta a maior diferença em relação ao ano anterior (7,5 milhões a mais de cabeças). O ano de 2004 pode ser considerado como de estabilização do efetivo (apenas 0,28%, ou 947.165, a mais de cabeças). Porém, após 2005 houve um decréscimo consistente do rebanho bovino, na ordem de 7,82% em 2005, 5,32% em 2006 e 3,73% em 2007.

Tomando emprestada a expressão de Smeraldi & May (2008), o “reino do gado” na AML se estabelece espacial e temporalmente na faixa horizontal compreendida como o arco do desflorestamento, com avanços no sul do Pará, via BR-163 e, em menor grau na porção central do Pará, pela BR-230. Em todos os anos analisados, o gado concentrou-se também ao sul dos estados do Acre, Mato Grosso e Rondônia, regiões externas ao arco. Assim, o território consolidado do rebanho bovino na AML pode ser descrito como o arco do desflorestamento, acrescido das porções sul dos estados do Acre, Mato Grosso e Rondônia.

Entre 2002 e 2007, ocorrem tanto processos de territorialização quanto de desterritorialização do gado na AML. Há um forte movimento de incorporação ao “reino do gado” da porção sul do Pará e, em menor escala, na parte central deste estado. Este avanço coincide espacialmente com o aumento do desmatamento no centro e no sul do Pará. O processo de desterritorialização do rebanho é perceptível ao sul do Mato Grosso, quando comparado com a dinâmica da área plantada de soja, como veremos a seguir.

Configurada como uma retomada de áreas perdidas, a reterritorialização não pode ser identificada em nenhuma das variáveis, dado o período estudado ser de apenas seis anos.

Para a atividade agrícola, a área plantada de soja foi a variável que mais explicou o desmatamento entre 2002 e 2007, sendo a terceira colocada dentre as 16 variáveis trabalhadas. A sua espacialização aparece na Figura 12 abaixo:

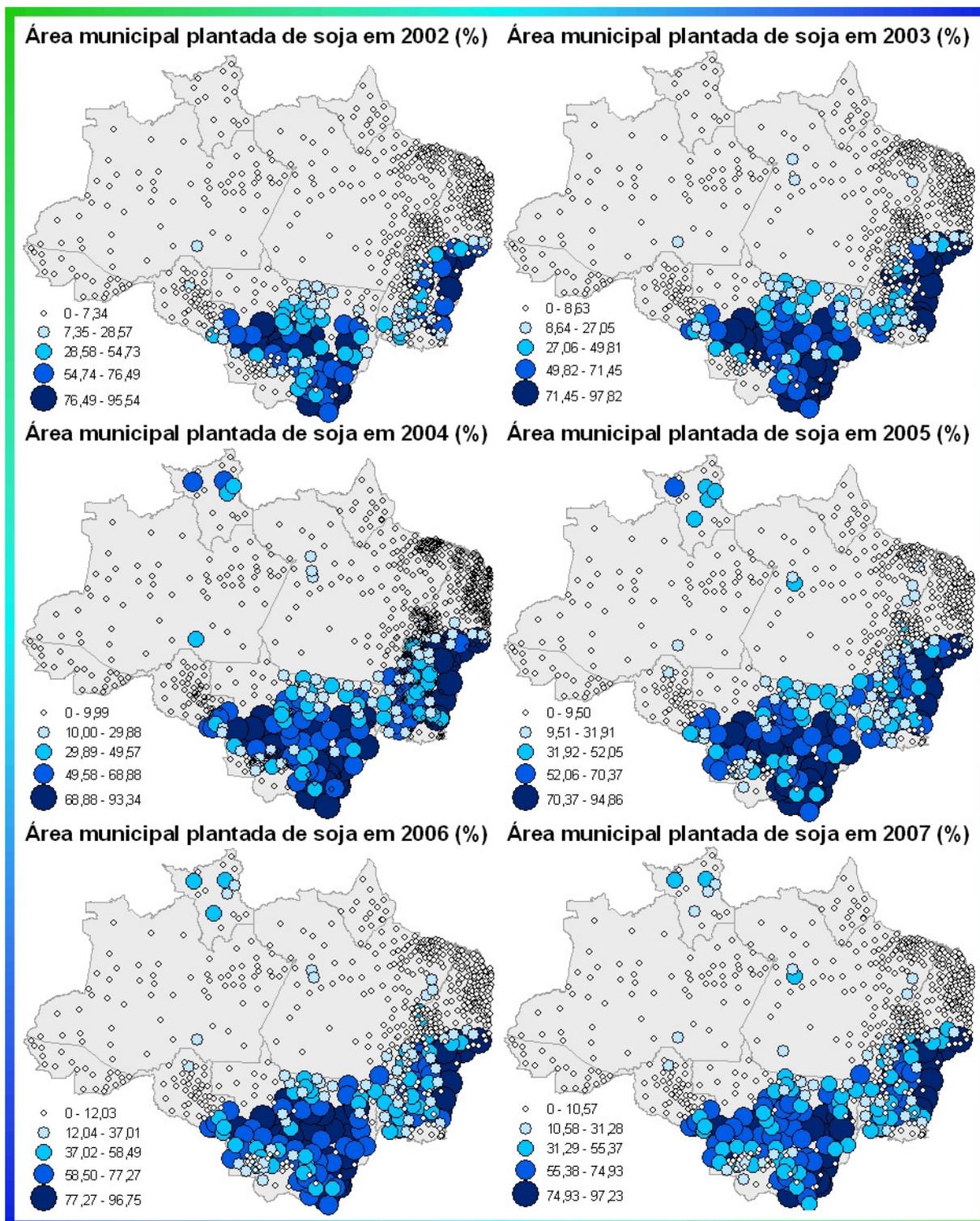


Figura 12: Abrangência da área plantada de soja na Amazônia Legal (2002 - 2007).  
 Fonte: Pesquisa da produção agrícola municipal, IBGE. Elaboração do Autor.

No período compreendido entre os anos de 2002 e 2007, a área ocupada com o cultivo de soja na Amazônia Legal saltou de 369.471 para 595.282 km<sup>2</sup>, um aumento de 48,27% (Gráfico 6). Cerca de 90% desse aumento ocorreram no estado do Mato Grosso, no Tocantins, em Roraima e no Pará, na ordem de 41,23%, 22,34%, 14,61% e 11,88%, respectivamente. Os estados restantes juntos não somaram mais que 23 mil km<sup>2</sup>, menos de 10% do aumento no período.

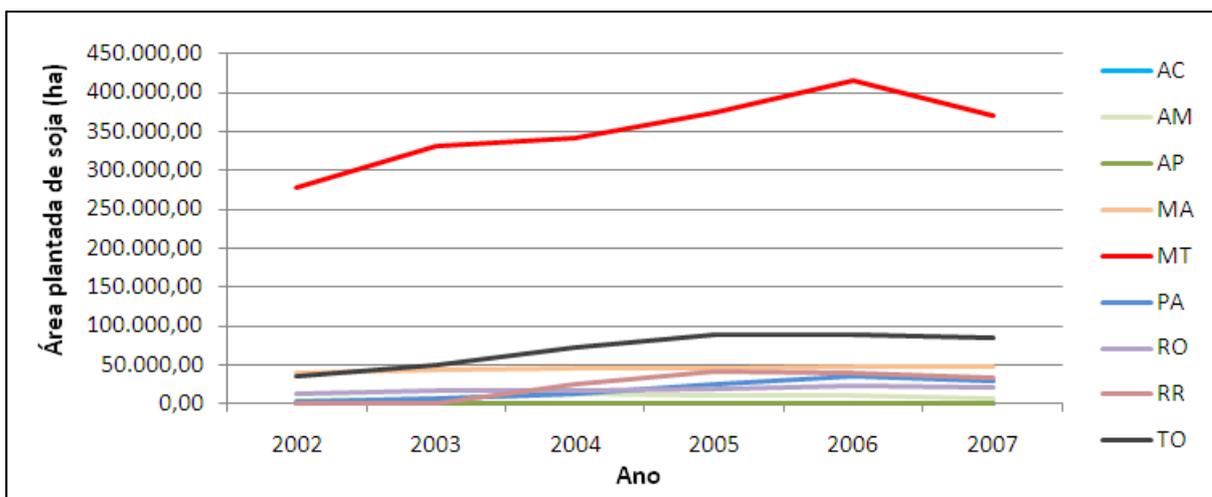


Gráfico 6: Área plantada de soja nos estados da Amazônia Legal (2002 - 2007).  
Fonte: Pesquisa da produção agrícola municipal, IBGE. Elaboração do Autor.

Ao contrário do gado, excluindo o ano de 2007, o plantio de soja não conheceu (ou pelo menos não sentiu) limitações ao seu avanço territorial no período compreendido entre os anos de 2002 e 2007. Entretanto, os dados desagregados estaduais apresentam oscilações (aumento e diminuição) em todo o período. O plantio menos consistente ao longo do tempo ocorreu no estado do Pará, o que pode ser explicado pela entrada do gado nessas áreas, fato verificado anteriormente. A área plantada mais consistente ao longo do tempo está localizada ao sul do Mato Grosso.

No período considerado, o território do plantio de soja na Amazônia Legal se consolidou bem nas áreas central e norte do Mato Grosso. Outras áreas de soja estão localizadas no cerrado do Mato Grosso, do Tocantins e do Maranhão, e com avanços pontuais – num processo de territorialização – nos municípios de Santarém e Belterra (PA), em Roraima e nos municípios de Humaitá e Itapuã do Norte (AM). Nessas áreas a soja tem se consolidado mais fortemente ao sudeste do Mato Grosso, dividindo o centro mato-grossense com a pecuária. A sojicultura ganha territórios também no estado de Rondônia, ao longo dos municípios da BR-364. Assim, a soja tem o seu território no Mato Grosso, no cerrado tocantinense e na parte sul do Maranhão e ainda abre frentes em Roraima, Rondônia, Pará e Amazonas.

### 5.2.2 Espacialização da dinâmica populacional

Das variáveis que caracterizavam a dinâmica populacional, foi o crescimento populacional a que mais explicou o desmatamento entre 2002 e 2007. Das 16 variáveis, ela foi a segunda colocada. A Figura 13, a seguir, apresenta a sua espacialização:

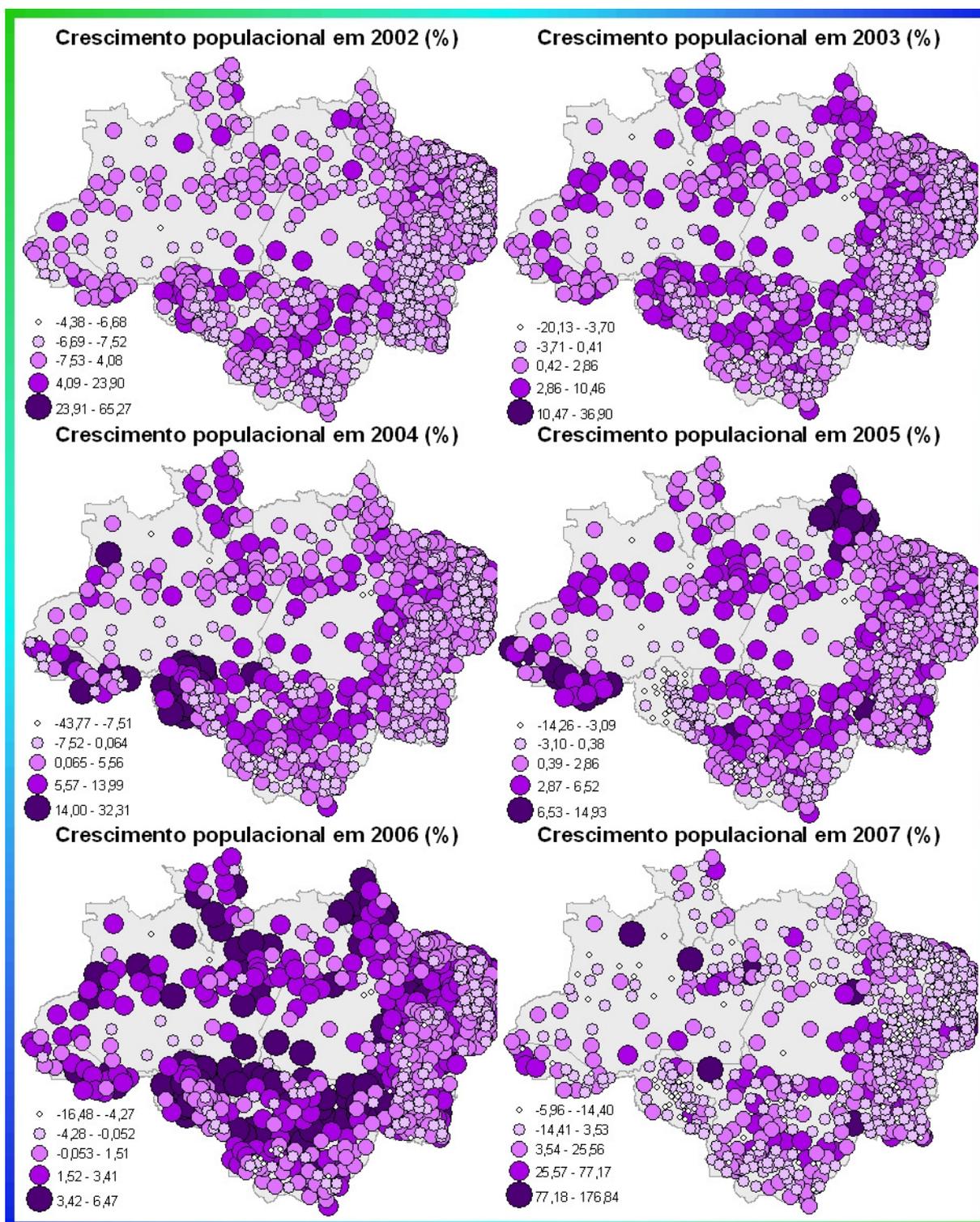


Figura 13: Abrangência do crescimento populacional na Amazônia Legal (2002 - 2007).  
Fonte: Censo 2007, IBGE; Estimativas TCU (2002 – 2006, 2008). Elaboração do Autor.

Ficou clara na espacialização dos dados do crescimento populacional uma discrepância nos seus valores na medida em que se aproximou o ano censitário de 2007. Esta discrepância fica mais gritante ainda quando comparada a população de 2006 com a de 2007, pois se verifica aumento significativo nas taxas de crescimento populacional. Como os dados dos anos de 2002 a 2006 são estimativas populacionais, provavelmente fugiram muito da realidade populacional dos municípios da AML, dada sua forte diferenciação com a contagem populacional de 2007.

Tomando os dados populacionais estimados como indicativos da realidade, o crescimento populacional na AML teve entre 2002 e 2007 um breve período de estabilização, crescimentos discretos na maioria dos estados e decréscimos acentuados quase que simultâneos em todos os estados (Gráfico 7). Em relação à população nacional, a população amazônica teve um incremento pouco maior. Em 2002, ela respondia por 12,54% da população nacional e ao final do período respondeu por 12,84%. Isso indica que o crescimento populacional na AML não tem acompanhado o crescimento do efetivo do gado nem a expansão da soja, como visto anteriormente.

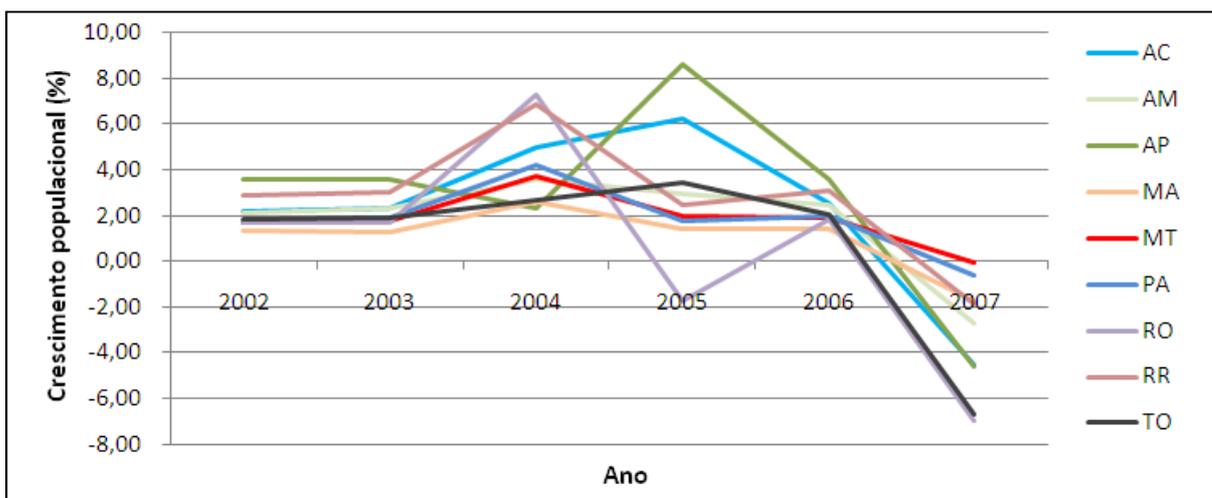


Gráfico 7: Taxa de crescimento populacional nos estados da Amazônia Legal (2002 - 2007).  
Fonte: Censo 2007, IBGE; Estimativas TCU (2002 – 2006, 2008). Elaboração do Autor.

Até 2006, a população amazônica cresceu em Rondônia, Acre, Amapá e Roraima e ao redor das capitais do Amazonas e do Pará, configurando um processo de adensamento populacional (territorialização). Há regiões com índices de crescimento populacional incipiente no noroeste do Amazonas, região denominada “cabeça de cachorro”, e ao sul do Amazonas e na “terra do meio”, Pará. 2007 é o ano que apresenta os maiores acréscimos (territorialização) e decréscimos (desterritorialização) populacionais. Os decréscimos repetiram-se na “cabeça de cachorro” e na “terra do meio”, mas também na área central de Rondônia e na calha norte do rio Amazonas no Pará. Acréscimos populacionais

significativos (maiores que 100%) foram verificados nos municípios de Anapú (PA), Serrano do Maranhão (MA), Santa Isabel do Rio Negro, Novo Airão e Urucurituba (AM).

### 5.2.3 Espacialização do setor madeireiro

Das variáveis do setor madeireiro, a variável referente à quantidade de lenha produzida (Figura 14) foi a de maior correlação com o desmatamento entre 2002 e 2007:

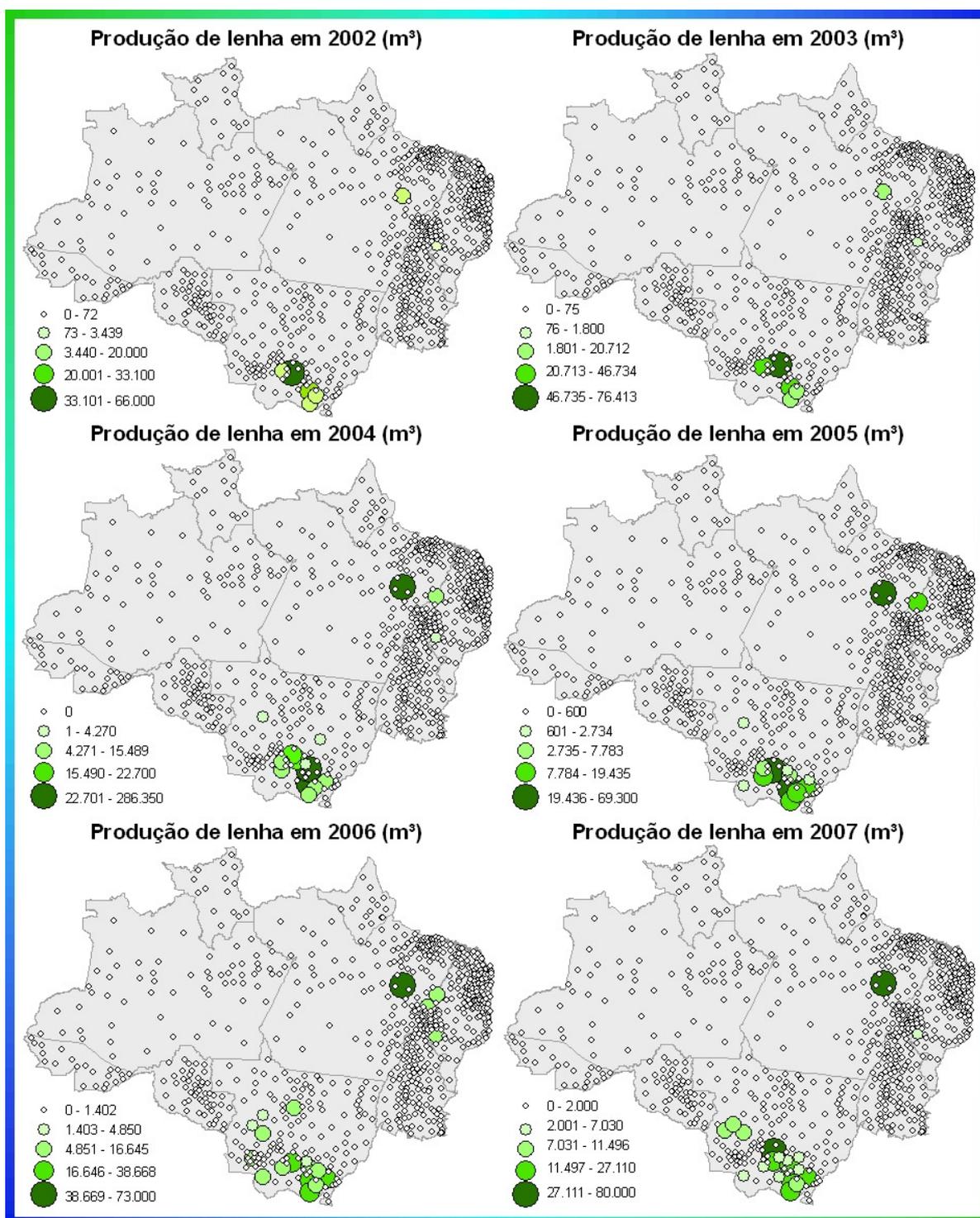


Figura 14: Abrangência da produção de lenha na Amazônia Legal (2002 - 2007).

Fonte: Pesquisa da produção da extração vegetal e da silvicultura, IBGE. Elaboração do Autor.

Além de não serem utilizadas totalmente na regressão linear múltipla (duas variáveis apresentaram problemas de singularidades<sup>20</sup>), as variáveis de produção da extração e silvicultura do IBGE apresentaram lacunas, provavelmente pela informalidade (ilegalidade) do setor madeireiro na Amazônia<sup>21</sup>. Esses dados informam que, dos nove estados da AML, apenas três exercem atividades de produção de lenha, oriunda da extração e da silvicultura, o que certamente não corresponde à realidade amazônica. No entanto, isso não impediu a utilização dos dados.

Importante ressaltar que a correlação entre a produção de lenha e o desmatamento foi negativa, significando que o manejo florestal poderia reduzir as taxas de desmatamento advindas das práticas do setor madeireiro. No Gráfico 8 se verifica um pico na produção de lenha em 2004, ano do maior desmatamento no período considerado. Este fato poderia levar à conclusão de que existe uma correlação positiva da produção de lenha com as taxas de desmatamento para toda a Amazônia Legal, mas as maiores produções de lenha em 2004 ocorreram nos municípios de Breu Branco (PA), Rondonópolis e Dom Aquino (MT), municípios que apresentaram baixas taxas de desmatamento em todos os anos analisados, se comparados com os outros municípios da Amazônia Legal.

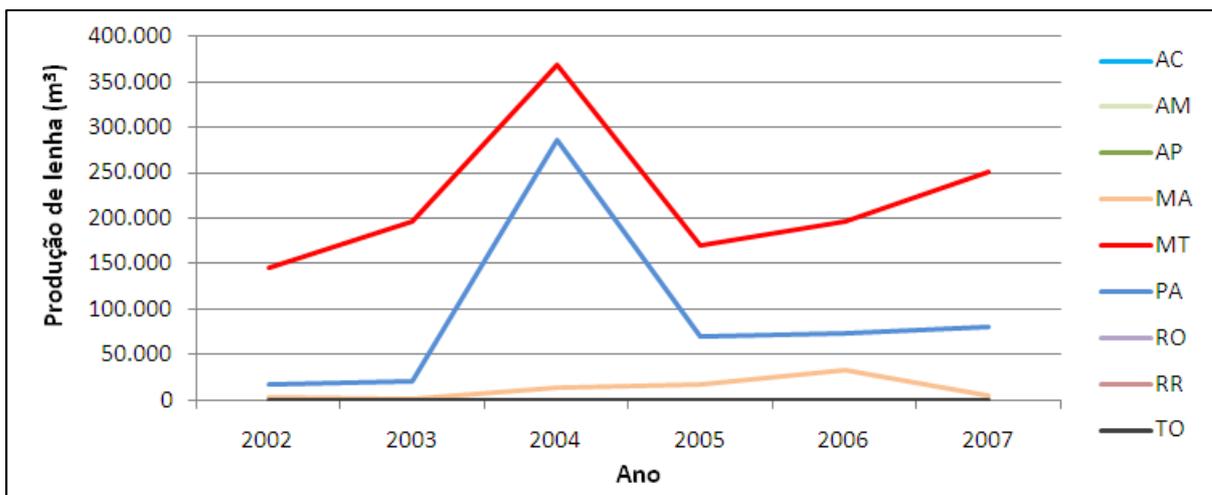


Gráfico 8: Produção de lenha nos estados da Amazônia Legal (2002 - 2007).

Fonte: Pesquisa da produção da extração vegetal e da silvicultura, IBGE. Elaboração do Autor.

A produção de lenha oriunda de práticas de manejo mais que dobrou entre 2002 e 2007 na AML. No ano de 2002, o total produzido era de 166.516 m<sup>3</sup>, que passou para 336.135 m<sup>3</sup> em 2007, num aumento de 101,86%. Apenas três estados respondem por esse aumento: Mato Grosso (74,75%), Pará (23,80%) e Maranhão (1,45%). O Amazonas foi o

<sup>20</sup> Singularidade indica a existência de outras variáveis que trazem informações idênticas ou muito próximas. Também se denomina multicolinearidade (CONTADOR & FERRAZ, 1997).

<sup>21</sup> Já foi visto que cerca de 80% do abastecimento da madeira na Amazônia são oriundos de exploração predatória e ilegal.

único estado que reduziu a sua produção de lenha, iniciando em 2002 com 72 m<sup>3</sup> no município de Beruri e finalizando em 2007 com nenhuma produção de lenha.

Ao longo do período estudado a produção de lenha se manifestou na AML basicamente em três regiões: ao sul do Mato Grosso, no município de Breu Branco (PA) e nos municípios de Itinga do Maranhão, Imperatriz e Estreito, oeste do Maranhão. O oeste do Maranhão e principalmente o sul mato-grossense expandiram a sua importância ao longo do período, consolidando-se como territórios não-exclusivos da silvicultura, pois a soja e o gado também apresentam importância local. Pelos dados do IBGE, o restante da AML não apresenta produção de lenha, o que não deve corresponder à realidade amazônica.

### 5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espacialização das variáveis mais explicativas do desmatamento ao longo dos anos entre 2002 e 2007 auxilia no entendimento dos processos de TDR e podem indicar a existência de hegemonias e/ou entendimentos entre os fatores amazônicos considerados. No entanto, o alcance da espacialização se limita na identificação das dinâmicas territoriais, não tendo o poder de compreendê-las. Além disso, processos de reterritorialização não puderam ser identificados pelo fato de o período sob análise ser muito curto.

Diferentes autores afirmam que a fronteira de ocupação está selada e consolidada (SAWYER, 1999; LITTLE, 2002). Entretanto, foi verificado na espacialização das atividades de maior correlação com as taxas de desmatamento do PRODES que a ocupação territorial está em pleno avanço, não apenas ao longo dos eixos rodoviários, mas também em regiões tidas como de difícil acesso, como é o caso do “Arco do desmatamento e das queimadas norte” (IBGE, 2005).

Processos de territorialização – que no âmbito deste trabalho podem ser interpretados como avanço do desmatamento para as variáveis agropecuárias e populacionais – estão em curso em quase toda a extensão da Amazônia Legal. A pecuária se estabeleceu no arco do desflorestamento e avançou por outras áreas. A sojicultura quase se restringiu ao arco, com avanços bem mais tímidos que a pecuária. Devido à deficiência nos dados, ficaram prejudicados os entendimentos dos processos de TDR das variáveis utilizadas para a população e para o setor madeireiro. No entanto, as conclusões possíveis indicam também um processo de adensamento humano na Amazônia Legal, o que não pode ser dito a respeito do setor madeireiro, concentrado apenas em determinadas regiões amazônicas (ao sul do Mato Grosso e na região da tríplice fronteira entre os estados do Maranhão, Pará e Tocantins).

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Ao se definir a Amazônia Legal como o recorte territorial inequívoco para as análises espaciais e econométricas, estabeleceu-se para todos os dados e valores uma territorialidade clara e justificada. Isso facilita a interpretação dos alcances e resultados do trabalho, além de potencializar a continuidade do estudo para cobrir anos anteriores e subsequentes ao período considerado.

As políticas públicas voltadas para a prevenção e o controle do desmatamento na região amazônica podem ser (e assim são) originadas de diferentes modos e esferas de poder. Vimos que a pressão internacional e doméstica promoveu uma primeira resposta concreta do poder público através do programa Nossa Natureza. A opinião pública também já incentivou o governo a abrir a “caixa de Pandora”, a exemplo da MP 1.511 e as suas alterações. O Mato Grosso promoveu o SLAPR e posteriormente ele se tornou política pública de âmbito federal, dados seus resultados positivos. Inversamente ao SLAPR, o PAS adveio de um chamamento federal aos estados, que reuniram forças e materializaram um ambicioso plano de âmbito regional (PPCDAM). Alguns indivíduos foram cruciais na promoção da conservação ou na degradação das florestas nacionais, mas é o monitoramento do INPE a condicionante maior na criação de legislação e políticas públicas de combate e controle do desmatamento na Amazônia Legal.

Em relação ao PPCDAM, conforme Marquesini *et al.* (2008), embora ele tenha muitos méritos, é vital a adoção de metas concretas, transparentes e verificáveis de redução anual da perda de cobertura florestal. Isso não apenas possibilitaria aos governos federal, estaduais e municipais realizar o planejamento de suas ações de combate e controle do desmatamento de forma integrada e avaliar o seu próprio desempenho, mas também estimularia a sociedade civil a fazer a sua parte na cobrança por adequações de políticas equivocadas. Recomenda-se que o corpo técnico envolvido no PPCDAM promova a coleta e a sistematização dessas informações, em nível estadual primeiramente e municipal posteriormente, a fim de se poder verificar estatisticamente a sua efetividade sobre as taxas de desmatamento.

Embora exista a impossibilidade de se analisar estatisticamente o PPCDAM, pela falta de dados disponíveis, os resíduos gerados ao longo das regressões lineares múltipla conjunta e isolada diminuíram na medida em que se aproximavam do ano de 2007, e isso se deu para todas as quatro categorias de variáveis analisadas (agricultura, pecuária, população e setor madeireiro). A diminuição dos resíduos nos informa que o poder de explicação do modelo aumentou ao longo do tempo, diminuindo a necessidade de incorporação de outras variáveis analíticas. Assim, se o PPCDAM entrou em atividade em 2004, era de se esperar que ele se apresentasse de modo indireto nos resíduos,

aumentando-os, o que não ocorreu. Isso não quer dizer que o PPCDAM não seja crucial para a prevenção e contenção do desmatamento. Apenas reforça a urgente necessidade de o poder público federal dispor de dados tabulares quantitativos passíveis de análises estatísticas e espaciais.

Os diversos programas e sistemas de monitoramento do desmatamento, das queimadas e da degradação florestal são cruciais para a prevenção e contenção do desmatamento na Amazônia Legal. Eles orientam as ações governamentais e incitam a opinião pública quando as taxas assumem patamares exorbitantes. Dentre todos, é o PRODES o mais consagrado, gerando informação quantitativa desde 1988 e qualitativa posterior a 2003. O DETER, apesar de recente, já se consolidou como uma abordagem relevante para a fiscalização e indicativo de tendências do desflorestamento. O DEGRAD atende como indicativo de tendências e pode servir como sistema preventivo, uma vez que diagnostica o processo de desmatamento nas quais a cobertura florestal ainda não foi totalmente removida. O sistema QUEIMADAS abrange mais do que o Brasil e serve também como indicativo de tendências, principalmente em relação às atividades agrícolas e pecuárias, pois o fogo é largamente empregado na preparação de terras desmatadas e cultivadas.

Sobre o monitoramento independente do desmatamento, não se pode dizer que o Portal Globo Amazônia é um sistema independente de monitoramento do desmatamento, mas ele cumpre com nobre missão de facilitar à sociedade o acesso a este tipo de informação. Entretanto, é perceptível que a sua audiência está mais interessada na possibilidade de ter seus “15 minutos de fama” no programa “Fantástico” ou no ranking dos que mais “protestam” do que realmente se indispor ou se mobilizar contra o desmatamento amazônico. Por sua vez, o programa “Transparência Florestal” do IMAZON atende ao objetivo de prover informação independente sobre o monitoramento e de promover atitudes comprometidas dos atores-chave da sociedade.

De acordo com Hansen *et al.* (2008), o desflorestamento em nível mundial está cada vez mais geograficamente concentrado e é conduzido pela indústria agropecuária de larga escala, que luta para conter qualquer esforço governamental ou da sociedade no tocante à contenção do seu ímpeto expansionista. Com uma maior demanda para os biocombustíveis oriundos de matérias-primas agrícolas e com a necessidade de equilibrar a balança comercial via exportação de *commodities*, é esperado que o desflorestamento nacional e mundial seja cada vez mais conduzido pela indústria agrícola em larga escala, e não pelo proprietário em escala reduzida.

Ficou clara a presença de novas frentes de desmatamento a partir da análise espacial. Pode-se dizer que nos municípios adjacentes à BR-163, apesar de todo o esforço de criação de unidades de conservação e instituição de um pólo que visa o manejo florestal

(distrito florestal sustentável da BR-163), se configura como uma dessas frentes. Outra frente se localiza na calha norte do rio Amazonas, entre o sul do Amapá e o norte do Pará se estendendo até Roraima. Se nada for feito em termos de contenção e prevenção, esta região poderá se consolidar como um “Arco do desmatamento da calha norte”.

Saindo um pouco da percepção interna, sabemos que o Brasil tem sido sistematicamente cobrado internacionalmente sobre as suas taxas de desmatamento, quando na realidade os países industrializados são os verdadeiros “campeões do desmatamento”, tanto em termos de desmatamento histórico quanto de consumo ampliado de madeira e outros recursos florestais. Apesar do colossal desmatamento dos últimos trinta anos, o Brasil é um dos países que mais têm conservado sua cobertura florestal, aumentando a cada ano sua participação no percentual das florestas mundiais existentes (MIRANDA, 2007). Porém, não há muito que se comemorar nesse fato, pois o desflorestamento nacional só não foi semelhante aos dos países desenvolvidos em virtude do atraso econômico brasileiro, que diminuiu severamente a sua capacidade de ocupar (e devastar) as suas reservas naturais. Na década atual, o Brasil tem demonstrado que irá entrar no grupo dos países desenvolvidos e compete ao governo e à sociedade nacional evitar a replicação do modelo de devastação ambiental empreendido pelos outros países desenvolvidos. Infelizmente o que se percebe é o mais do mesmo na gestão atual, ou seja, o crescimento econômico a qualquer custo.

O paradoxo apontado ao final do Capítulo 1 é deveras preocupante: as vocações naturais regionais devem ser levadas em conta no planejamento e execução das atividades que serão empreendidas em cada bioma brasileiro. A imposição da vontade humana sobre as vocações naturais já mostrou o seu caro preço há muito tempo. A trajetória do homem na África, Ásia, Europa e Américas se expressa em enormes pegadas ecológicas em forma de desertos e terras inutilizadas fabricados principalmente pela agricultura e pecuária imprevidente (GALE & CARTER, 1955).

A análise espacial permitiu verificar os processos de territorialização e desterritorialização, que nos indicam o dinamismo dos atores na fronteira perene amazônica. Processos de reterritorialização não puderam ser diagnosticados, uma vez que a retomada de áreas perdidas por determinada atividade necessita de um período maior do que cinco anos para ser verificada. Sobre esses processos, é recomendável realizar estudos locais a fim de entender como se dão as interações entre os atores e os territórios construídos, uma vez que os dados tabulares indicam apenas os processos, e não as suas causas.

Ao se aplicar um modelo econométrico ao conjunto de variáveis agropecuárias, da população e do setor madeireiro, pode-se identificar nesses agrupamentos temáticos as variáveis mais representativas para o desmatamento entre os anos de 2002 e 2007. No

desmatamento recente (2002 a 2007) continua válida a afirmação de Margulis (MARGULIS, 2004) de que a pecuária é o motor do desmatamento. Das 16 selecionadas, apenas o crescimento populacional se mostrou quase tão influente (99% de correlação) quanto a criação de gado (100%) na correlação com as taxas de desmatamento, sendo então um forte indicativo da pressão do adensamento humano sobre a floresta amazônica. Deste modo, recomenda-se dar importância também aos aspectos populacionais nas análises espaciais e econométricas na Amazônia Legal.

Ao se considerar a distribuição municipal da agricultura em toda a AML, provavelmente as variáveis agrícolas perderam a sua importância. Como a atividade agrícola pode se manifestar em larga (agronegócio) ou baixa escala (campesinato), os estados menos afeitos ao *agrobusiness* talvez relativizaram a importância da agricultura no processo do desmatamento. Análises agregadas por estados também seriam importantes para medir a influência das outras variáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALA, G. C.; ROSA, M. R. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAM. Avaliação 2004-2007. Revisão – 2008.** Brasília: DPCD/SECEX/MMA, jun/2008.

ACORDO SUDAM/PNUD. **Cenários sociais para a Amazônia Legal - 2000/2010.** Belém: Projeto BRA/96/025, 2001.

AHRENS, S. O “novo” código florestal brasileiro: conceitos jurídicos fundamentais. In CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, VIII. 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBS, 2003.

ALLEGRETTI, M. H. Políticas do governo federal frente a problemas ambientais. **Cadernos Adenauer**, Ano II, n. 04, 2001, p. 39-50.

ALVES, D. S. Space-time dynamics of deforestation in Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing** v. 23 n. 14, 2002, p. 2903-2908.

AMAZÔNIA 2009, áreas protegidas e territórios indígenas. RAISG. **Mapa. Escala 1:5.000.000.** Disponível em: <<http://raisg.socioambiental.org>>. Acesso em: 29/03/2009.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Região hidrográfica Amazônica. A maior do mundo em disponibilidade de águas.** [s.d.]. Disponível em: <<http://ana.gov.br/mapainicial/pgMapaA.asp>>. Acesso em: 14/06/2009.

ANDRADE, R. Amazônia e Amazônia Legal. In: WHATELY, H. F. [coord.]. **Amazônia – O mundo das águas.** São Paulo: Empresa das Artes, 2004.

ANGELSEN, A.; KAIMOWITZ, D. Rethinking the causes of deforestation: lessons from economic models. **The World Bank Research Observer**, v. 14, n. 1, 1999, p. 73-98.

ANSELIN, L. **Spatial econometrics: Methods and models.** Netherlands: Academic Publishers, 1988.

ARAGÓN, L. E. **Há futuro para o desenvolvimento sustentável na Amazônia?** Belém: Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, [s.d.]. Disponível em: <[http://www2.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/futAmazonia\\_02.pdf](http://www2.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/futAmazonia_02.pdf)>. Acesso em: 06/12/2008.

ARBEX JR., J. Terra sem povo, crime sem castigo. In: TORRES, M. [org.]. **Amazônia revelada: os descaminhos ao longo da BR-163.** Brasília: CNPq, 2005. p. 21-65.

ARIMA, E.; BARRETO, P.; BRITO, M. **Pecuária na Amazônia: tendências e implicações para a conservação.** Belém: IMAZON, 2005.

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 SOBER, XLIV. 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SOBER, 2006.

BACHA, J. C. O uso de recursos florestais e as políticas econômicas brasileiras: uma visão histórica e parcial de um processo de desenvolvimento. São Paulo: **Estudos Econômicos** n. 2 v. 34, 2004, p.393-426.

BALLÉE, W. The culture of Amazonian forests. **Advances in Economic Botanic** n. 7, 1989, p. 1-21.

BARCELLOS, E. A.; LIMA, M. H. M. R. Mineração e desflorestamento na Amazônia Legal. Jornada de Iniciação Científica, X. 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CETEM, 2002.

BARRETO, P. *et al.* **Pressão humana na floresta amazônica brasileira**. Belém: WRI & IMAZON, 2005.

BARRETO, P. **Por que o desmatamento sobe e desce?** Belém: IMAZON, [s.d.]. Disponível em: <[www.amazonia.org.br](http://www.amazonia.org.br)>. Acesso em: 18/10/2008.

BARRETO, P.; PEREIRA, R.; ARIMA, E. **A pecuária e o desmatamento na Amazônia na era das mudanças climáticas**. Belém: IMAZON, 2008.

BARRETO, P.; UHL, C.; YARED, J. Avaliação do potencial para manejo florestal em Paragominas considerando fatores ecológicos e econômicos. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, VII. Curitiba, 1993. **Anais...** São Paulo: SBS, 1993.

BECKER, B. K. **Amazônia**. São Paulo: Ed. Ática, 1990.

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

BECKER, B. K. Redefinindo a Amazônia: o vetor tecno-ecológico. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C; CORRÊA, R. L. **Brasil: questões atuais da reorganização do território**. Pará: Bertrand Brasil, 1996, 468 p.

BENJAMIN, A. H. V. **A proteção das florestas brasileiras: ascensão e queda do código florestal**. Brasília: Palestra proferida na Secretaria de Coordenação da Amazônia (SCA) em 17/01/2000.

BRANDÃO JR. *et al.* Desmatamento e estradas não-oficiais da Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII. Florianópolis, 2007. **Anais...** São José dos Campos: INPE, abr/2007.

BRASIL/CASA CIVIL. Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia legal – PPCDAM. **Decreto de 3 de julho de 2003**. Brasília: Casa Civil. 2004. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/casacivil/desmat.pdf](http://www.planalto.gov.br/casacivil/desmat.pdf)>. Acesso em: 07/06/2008.

BRASIL/COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **Plano nacional sobre mudança do clima – PNMC – Brasil**. Brasília: Governo federal, dez/2008.

BRASIL/PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Plano Amazônia Sustentável**: diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia brasileira. Brasília: Presidência da República, mai/2008.

BRASIL/SENADO FEDERAL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Edição administrativa do texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais n<sup>os</sup> 1/92 a 46/2005 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão n<sup>os</sup> 1 a 6/94. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de edições técnicas, 2005.

BRASIL/SENADO FEDERAL. **Decreto nº 96.944, de 12 de outubro de 1988**. Brasília: Senado Federal, out/1988.

BRUNET, R. La composition des modeles dans l'analyse spatiale. Paris: Belin, **L'espace géographique** n. 4, 2001, p. 253-265.

CALDAS, M. M. **Desmatamento na Amazônia**: uma análise econométrica da autocorrelação espacial combinando informações de sensoriamento remoto com dados primários. 2001. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Departamento de Economia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CÂMARA, G.; VALERIANO, D. M.; SOARES, J. V. **Metodologia para o cálculo da taxa anual de desmatamento na Amazônia legal**. São José dos Campos: INPE, set/2006. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/metodologia.pdf>>. Acesso em: 17/10/2008.

CARVALHO JR., J. A. *et al.* Combustion completeness in a rainforest clearing experiment in Manaus, Brazil. **Journal of Geophysical Research** v. 103, n. D11, 1998, p. 13195-13199.

CELENTANO, D. VERÍSSIMO, A. **O avanço da fronteira na Amazônia**: do boom ao colapso. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2007.

CHOMITZ, K. M. *et al.* **Visão geral em desacordo?** Expansão agrícola, redução da pobreza e meio ambiente nas florestas tropicais. Washington, DC: Banco Mundial, 2007.

CHOMITZ, K. M.; THOMAS, T. S. **Geographic patterns of land use intensity**. Washington, DC: World Bank, Development Research Group, Draft Paper, 2000.

CHOMSKY, N. Entrevista Noam Chomsky: "Capitalismo só existe no terceiro mundo". **Revista ISTOÉ** n. 2051, ano 32, Editora Três, 4/03/2009, p. 6-11.

CHRIST, C. F. **Econometric models and methods**. New York: John Wiley & Sons, 1966.

COCHRANE, M.A. *et al.* Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. **Science**, n. 284, 1999, p. 1832-1835.

CONTADOR, C. R.; FERRAZ, C. B. Parcimônia, informação redundante e multicolinearidade. **Relatório COPPEAD** n. 312, Mar/1997. Disponível em: <<http://www2.coppead.ufrj.br>>. Acesso em 26/12/2009.

COSTA, C. *et al.* Evolução das pastagens cultivadas e do efetivo bovino no Brasil. **Veterinária e Zootecnia** v.15 n.1, abr/2008, p.8-17.

CPTEC, CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **O monitoramento de queimadas em tempo quase-real do INPE**. Cachoeira Paulista: SP, 2007. Disponível em: <<http://pirandira.cptec.inpe.br/queimadas/perguntas.html>>. Acesso em: 27/10/2009.

CUNHA, E. **Á margem da história**. Brasil: Domínio Público, original de 1909. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br>>. Acesso em: 9/11/2009.

CUNHA, E. **Um paraíso perdido**: ensaios, estudos e pronunciamentos sobre a Amazônia. Rio de Janeiro: José Olympio ed., 1997.

DATAFOLHA, DATAFOLHA INSTITUTO DE PESQUISA. **Sete em cada dez brasileiros consideram madeireiros e fazendeiros os maiores responsáveis pelo desmatamento**

da **Amazônia**. São Paulo: Datafolha, Abr/2009. Disponível em: <[http://datafolha.folha.uol.com.br/po/ver\\_po.php?session=891](http://datafolha.folha.uol.com.br/po/ver_po.php?session=891)>. Acesso em: 09/06/2009.

DEAN, W. **A ferro e fogo**: a história da devastação da Mata Atlântica Brasileira. São Paulo: Companhia da Letras, 1996.

DEAN, W. **A luta pela borracha no Brasil**. São Paulo: Ed. Nobel, 1989.

DELANEY, D. **Territory**: a short introduction. Malden: Blackwell, 2005.

DRUMMOND, J. A. L. A Legislação ambiental brasileira de 1934 a 1988: comentários de um cientista ambiental simpático ao conservacionismo. **Ambiente & Sociedade** n. 3 e 4, Ano II, 1999, p. 127-149.

DRUMMOND, J. A. L. Natureza e cultura na Amazônia. **Revista de Cultura Vozes** v.86, n.1, jan-fev/1992, p. 5-23.

DRUMMOND, J. A. L. Ocupação da Amazônia, conservação da natureza e crescimento populacional (algumas considerações sobre a fronteira do Brasil). In: NASCIMENTO, E. P.; WERNECK, D. [orgs.]. Recife: RECANE. **Temas Rurais** v. 2, n. 4, mai-ago/1989, p.11-28.

EASTMAN, J. R. **IDRISI for Windows**: introdução e exercícios tutoriais. Porto Alegre, UFRGS, Centro de Recursos Idrisi, 1998.

EVA, H. D. *et al.* **Vegetation map of tropical South America at 1:5.000.000**. Luxembourg: TREES publications series, 1999.

EVA, H. D.; HUBER, O. **Proposição para definição dos limites geográficos da Amazônia**. Itália: OTCA, jul/2005.

FAET/SENAR, FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DO TOCANTINS / SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **FAET pede ao Presidente Lula uma definição sobre “Bioma Amazônico”**. Mai/2008. Disponível em: <<http://conexaoto.com.br/noticia/faet-pede-ao-presidente-lula-uma-definicao-sobre-bioma-amazonico/2316>>. Acesso em: 10/10/2009.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management**. Rome: FAO, 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/008/a0400e/a0400e00.htm>>. Acesso em: 05/08/2009.

FEARNSIDE, P. M. **Controle de Desmatamento no Mato Grosso**: Um novo modelo para reduzir a velocidade da perda da floresta amazônica. Manaus: INPA. 2002.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation and international economic development projects in Brazilian Amazonia\*. Manaus: **Conservation Biology**, vol. 1, n. 3, oct/1987, p. 214-221.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. **Revista Megadiversidade** vol. 1, n. 1, jul/2005, p. 113-123.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: Quem tem razão nos cálculos — o INPE ou a NASA? **Revista Ciência Hoje**, n. 16, 1993. p. 6-8.

FEARNSIDE, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, n. 28, 2001, p. 23-38.

FEARNSIDE, P. M. The effects of cattle pasture on soil fertility in the Brazilian Amazon: consequences for beef production sustainability. **Tropical Ecology**, vol. 21, n. 1, 1980, p. 125-137.

FERNANDES, B. M. Questão agrária: conflitualidade e desenvolvimento territorial. In: BUAINAIN, A. M. [org.]. **Luta pela terra, reforma agrária e gestão de conflitos no Brasil**. Campinas: Unicamp, 2005.

FERNANDES, B. M. Questão agrária: conflitualidade e desenvolvimento territorial. In: BUAINAIN, A. M. [org.]. **Luta pela terra, reforma agrária e gestão de conflitos no Brasil**. Campinas: Unicamp, 2005.

FERRAZ, C. M. **Measuring the causes of deforestation, agriculture, land conversion and cattle ranching growth: Evidence from the Amazon**. Brasília: IPEA, draft paper, 2000.

FERREIRA, A. M. **Bench marking da comercialização de produtos florestais**. Brasília: MMA. 2002.

FILHO, A. C.; D'AVILA, N. Desmatamento: o modelo atual de expansão agrícola, extremamente tecnificado, aumentou muito o poder de destruição de florestas no País. In: ISA. INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Almanaque Brasil socioambiental. Uma nova perspectiva para entender a situação do Brasil e a nossa contribuição para a crise planetária**. São Paulo: ISA, 2008.

FMA. **FOLHA DO MEIO AMBIENTE**. Brasília: Editora Cultura Viva Ltda. Edição 188, Ano 19, mai/2008, 24 p.

FURTADO, R. **Agrobussines brasileiro – a história**. São Paulo: ABAG. Ed. Evoluir Cultural, 2002.

GALE, T.; CARTER, V. G. **Topsoil and civilization**. Nebraska: University of Nebraska Press, 1955.

GANDRA, J. R. Lá onde o vento faz a curva. **Revista da Presença Internacional do Brasil**. Disponível em: <[http://www.revistapib.com.br/noticias\\_visualizar.php?id=398](http://www.revistapib.com.br/noticias_visualizar.php?id=398)>. Acesso em: 13/03/2009.

GANEM, R. S. **Políticas de conservação da biodiversidade e conectividade entre remanescentes de Cerrado**. 2007. Tese (doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. F. Proximate causes underlying driving forces of tropical deforestation. **BioScience** v. 52, n. 2, 2002, p. 143-150.

GIRARDI, E. P. **Proposição teórico-metodológica de uma cartografia geográfica crítica e sua aplicação no desenvolvimento do Atlas da questão agrária brasileira**. 2008. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.

GLOBOAMAZONIA. **PORTAL GLOBO AMAZÔNIA**. São Paulo: 2009. Disponível em: <<http://www.globoamazonia.com>>. Acesso em: 14/10/2009.

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

GRAÇA, P. M. L. de A; MALDONADO, F. D; FEARNSIDE, P. M. Detecção de desmatamento em novas áreas de expansão agropecuária no sul do Amazonas utilizando imagens CBERS-2. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII. Florianópolis, 2007. **Anais...** São José dos Campos: INPE, abr/2007.

GRAYSON, T. H. **Preparando mapas eficientes**. MIT – [www.universia.com](http://www.universia.com), Jan/2002.

GTA, GRUPO DE TRABALHO AMAZÔNICO. **Pelo futuro da Amazônia**. Brasília: GTA & GTZ, 2002.

HALLER, A. *et al.* Os níveis de desenvolvimento socioeconômico da população da Amazônia brasileira: 1970 e 1980. **História, ciência e saúde** vol. 6 (suplemento), set/2000, p. 941-973.

HANSEN, M. C. *et al.* Humid tropical forest clearing from 2000 to 2005 quantified by using multitemporal and multiresolution remotely sensed data. **PNAS**, vol. 105 n. 27, jun/2008, p. 9439-9444.

HARLEY, J. B. Deconstructing the map. Toronto: University of Toronto Press. **Cartographica** v. 26 n. 2., 1989. p.1-20.

HASSE, G. **O Brasil da soja – abrindo fronteiras, semeando cidades**. Porto Alegre: L&PM para Ceval Alimentos, 1996.

HOMMA, A. K. O. *et al.* Redução dos desmatamentos na Amazônia: política agrícola ou ambiental? In HOMMA, A. K. O. [org.]. **Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola**. Brasília: Embrapa/SPI; Belém: Embrapa/CPATU, 1998, p. 119-141.

HORNIK, K. **The R FAQ**. 2009. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/doc/FAQ/R-FAQ.html>>. Acesso em: 25/11/2009.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 1995-1996**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19/06/2008.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da população de 2007**. Out/2008. Disponível em: <<ftp://ftp.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 05/10/2009.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de biomas do Brasil e de vegetação do Brasil**. Mar/2004. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas\\_e\\_Mapas/Mapas\\_Murais/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/)>. Acesso em: 29/07/2009.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Metodologia adotada nas estimativas populacionais municipais**. Rio de Janeiro: IBGE, ago/2002.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos municípios brasileiros: meio ambiente 2002**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Marketing/Centro de Documentação e Disseminação de Informações, 2005.

IMAZON, INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **Programa Transparência Florestal**. [s.d.]. Disponível em: <[http://www.imazon.org.br/novo2008/programas\\_ler.php?idpub=19](http://www.imazon.org.br/novo2008/programas_ler.php?idpub=19)>. Acesso em: 14/10/2009.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Dados PRODES**. SP: São José dos Campos, [s.d.]a. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/>>. Acesso em: 01/08/2008.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Estimativas anuais desde 1988 até 2007**. SP: São José dos Campos, [s.d.]b. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes\\_1988\\_2007.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2007.htm)>. Acesso em: 09/06/2009.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites. Sistema PRODES, DETER, DEGRAD e Queimadas 2007-2008**. SP: São José dos Campos, dez/2008a. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio\\_Prodes2008.pdf](http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf)>. Acesso em: 10/05/2009.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites. Sistema de detecção do desmatamento em tempo real na Amazônia – DETER: aspectos gerais, metodológicos e plano de desenvolvimento**. SP: São José dos Campos, jun/2008b. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/deter/metodologia\\_v2.pdf](http://www.obt.inpe.br/deter/metodologia_v2.pdf)>. Acesso em: 10/10/2009.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Sistema DETER**. SP: São José dos Campos, [s.d.]c. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/deter/>>. Acesso em: 06/07/2008.

ISA & ICV, INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL & INSTITUTO CENTRO DE VIDA. **Sistema de licenciamento ambiental no Estado do Mato Grosso: Análise de sua implementação**. Brasília: MMA, 2006.

ISA. INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Almanaque Brasil socioambiental. Uma nova perspectiva para entender a situação do Brasil e a nossa contribuição para a crise planetária**. São Paulo, 2008.

JOLY, F. **A Cartografia**. 6ª edição. Campinas: editora Papirus, 2004.

KAIMOWITZ, D. *et al.* **A conexão hambúrguer alimenta a destruição da Amazônia**. Desmatamento e pecuária na Amazônia. Indonésia: CIFOR, 2004.

KAUTSKY, K. **A questão agrária**. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1986.

KRUG, T. O Quadro do Desflorestamento da Amazônia. In MMA/SCA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / SECRETARIA DE COORDENAÇÃO DA AMAZÔNIA. **Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia**. Brasília: MMA, 2001, p. 91-98.

LENTINI, M. *et al.* **Fatos florestais da Amazônia**. Belém: IMAZON, 2005.

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. **A expansão madeireira na Amazônia**. Belém: IMAZON, mai/2005.

LESAGE, J.; PACE, R. K. **Introduction to spatial econometrics**. London: Chapman & Hall, 1<sup>st</sup> edition, jan/2009.

LITTLE, P. E. **Territórios sociais e povos tradicionais no Brasil: por uma antropologia da territorialidade**. Série Antropologia. Brasília: UnB, 2002.

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

MACHADO, L. O. R. **Reforma agrária e desflorestamento na Amazônia**: uma reação de causa e efeito. 2002. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

MACHADO, R. B. *et al.* **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. DF: Conservation International, 2004.

MAGNANINI, A. Aspectos fito-geográficos do Brasil: áreas características no passado e no presente. **Revista Brasileira de Geografia** v.23, 1961, p.681-690.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Brasília: Banco Mundial, 1. ed. 1. imp., 2004.

MARGULIS, S. **Quem são os agentes do desmatamento na Amazônia e por que eles desmatam?** Paper conceitual. Brasília: Banco Mundial. 2000.

MARQUESINI, M. *et al.* **Desmatamento na Amazônia**: o leão acordou. Uma análise do plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal. Manaus: Greenpeace, fev/2008.

MARTINS, L. M.; SANTOS, S. R. M. **Amazônia Legal. Consultoria Legislativa**. São Luiz – MA: Assembléia Legislativa do estado do Maranhão, agosto de 2008. Disponível em: <[http://www.al.ma.gov.br/arquivos/amazonia\\_legal\\_ma.doc](http://www.al.ma.gov.br/arquivos/amazonia_legal_ma.doc)>. Acesso em 12/03/2010.

MATRICARDI, E. A. T. **Spatiotemporal dynamics of forest degradation by selective logging and forest fire in the Brazilian Amazon**. 2007. Dissertation (Doctor of Philosophy) – Department of Geography, Michigan State University, Michigan.

MATTOS, M.; UHL, C. Economic and ecological perspective of ranching in the Eastern Amazon. **World Development** vol. 22, n. 2, 1994, p. 145-158.

MAY, P. H. *et al.* [orgs.]. **Instrumentos econômicos para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**: experiências e visões. Brasília: MMA, 2005.

MDIC, MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO INTERNACIONAL. **Exportações de commodities – 2006 em diante – mensal**. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 29/07/2009.

MENDES, A. D. Um projeto para a Amazônia. **Revista Econômica** v. 1, n. 4. Belém: BASA, set-dez/1971, p. 35-38.

MENEZES, M. A. O controle qualificado do desmatamento e o ordenamento territorial na região amazônica. In: MMA/SCA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / SECRETARIA DE COORDENAÇÃO DA AMAZÔNIA. **Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia**. Brasília: MMA, 2001, p. 103-151.

MERCADANTE, M. **A Medida Provisória 1.736 e a legislação florestal: a edificante história de um tiro que saiu pela culatra**. [s.d.]. Disponível em: <<http://mau.mercadante.sites.uol.com.br/artigo/MP1736.html>>. Acesso em: 22/08/2009.

MERCADANTE, M. **Zoneamento Ecológico-Econômico de Rondônia**: modelo ou ameaça? São Paulo: Amigos da Terra – Amazônia brasileira, jun/2001. Disponível em: <[http://www.amazonia.org.br/opiniao/artigo\\_detail.cfm?id=15042](http://www.amazonia.org.br/opiniao/artigo_detail.cfm?id=15042)>. Acesso em: 18/11/2008.

MICOL, L.; ANDRADE, J.; BÖRNER, J. **Redução das emissões do desmatamento e da degradação (REDD):** potencial de aplicação em Mato Grosso. Alta Floresta (MT): ICV, 2008.

MILLIKAN, B. H. **A SCA e o zoneamento ecológico-econômico na Amazônia:** lições e desafios para o futuro. Brasília: MMA, 2000.

MIRANDA, E. E. *et al.* **Alcance Territorial da Legislação Ambiental e Indigenista.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2008. Disponível em: <<http://www.alcance.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 14/03/2010.

MIRANDA, E. E. **Quando o Amazonas corria para o Pacífico:** uma historia desconhecida da Amazônia. São Paulo: Ed. Vozes, 2007.

MIZUGUCHI, Y. ALMEIDA, J. T.; PERREIRA, L. A. **Introdução à ecologia.** São Paulo: editora Moderna, 1981.

MMA/GABMIN, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / GABINETE DO MINISTRO. **Ações Governamentais para a Amazônia.** Brasília: MMA. Jun/2008. Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>. Acesso em: 18/11/2008.

MMA/SBF, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS. **Cerrado e Pantanal. Áreas e ações prioritárias para conservação da biodiversidade.** Brasília: MMA. 2007.

MMA/SBF, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS. **Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros.** [s.d.]. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_chm\\_rbbio/\\_arquivos/mapas\\_cobertura\\_vegetal.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/mapas_cobertura_vegetal.pdf)>. Acesso em: 06/10/2009.

MONMONIER, M. **How to lie with maps.** Chicago: The University of Chicago Press, 1991.

MONTEIRO NETO, A. Impactos do crescimento econômico no desmatamento da Amazônia. In: MMA/SCA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / SECRETARIA DE COORDENAÇÃO DA AMAZÔNIA. **Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia.** Brasília: MMA, 2001, p. 29-50.

MONTEIRO, M. A. Carvoejamento, desmatamento e concentração fundiária: repercussões da siderurgia no agrário regional. In: HOMMA, A. K. O. [org.]. **Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola.** Brasília: Embrapa/SPI; Belém: Embrapa/CPATU, 1998. p. 187-219.

MORAIS, R. **À margem do livro de Agassiz.** São Paulo: Editora Melhoramentos, 1939.

NEHMI FILHO, V. A. Para onde caminha a pecuária brasileira. In: ANUALPEC. **ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA 2005.** São Paulo: IFNP, 2005, p. 14-23.

NEPSTAD, D. C. *et al.* Frontier governance in Amazonia. **Science** vol. 295 n. 5555, jan/2002, p. 629-631.

NEPSTAD, D. C. *et al.* Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. **Nature** n. 398, 1999, p. 505-508.

NETTO, E. S.; OLIVEIRA, J. A. **Amazonia Brasil.** São Paulo: Amazonia.br, 2008.

NITSCH, M. O futuro da Amazônia: questões críticas, cenários críticos. **Estudos Avançados**, v.19, n. 46. 2002, p. 141-156.

OLIVEIRA, A. U. BR-163 Cuiabá-Santarém: geopolítica, grilagem, violência e mundialização. In: TORRES, M. [org.]. **Amazônia revelada: os descaminhos ao longo da BR-163**. Brasília: CNPq, 2005. p. 67-183.

OTCA, ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA. **Agência Amazônia (Brasil) - 2009, ano do destino Amazônia**. Mai/2007. Disponível em: <<http://www.otca.org.br/ep/noticia/noticia.php?idNoticia=1720&tipoN=5>>. Acesso em: 02/11/2009.

PÁDUA, J. A. Biosfera, história e conjuntura na análise da questão amazônica. **História, ciências, saúde** vol. 6 (suplemento), set/2000, p. 793-811.

PÁDUA, J. A. The birth of green politics in Brasil: exogenous an endogenous factors. In: RUDIG, W. [org.]. **Green politics II**. 1ª ed. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1992, p. 134-155.

PÁDUA, J. A. **Um sopro de destruição: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista, 1789 – 1888**. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Zahar, 2002.

PETERS, E. L. **Meio ambiente e propriedade rural**. Curitiba: Ed. Juruá, 2003.

PINTO, A. M. **Diccionario geographico do Brazil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1899.

PNUMA & OTCA, PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE & ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA. **Perspectiva do meio ambiente na Amazônia. GEO Amazônia**. Panamá: PNUMA, Brasília: OTCA, Lima: Universidade del Pacífico, 2008. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/12644933/Geoamazonia-Portugues>>. Acesso em: 31/10/2009.

PRATES, R. C. **O desmatamento desigual na Amazônia brasileira: sua evolução, suas causas e conseqüências para o bem estar**. 2008. Tese (doutorado em Ciências, concentração em economia aplicada), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2009.

RAFFESTIN, C. **Por uma geografia do poder**. São Paulo: editora Ática, 1993.

RANGEL, A. **Inferno Verde: cenas e cenários do Amazonas**. Manaus: Editora Valer, 5ª edição revisada, 2001.

REIS, A. C. F. O seringal e o seringueiro. **Documentário da vida rural** n. 5. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola, 1953.

REIS, E. J. Os impactos do Pólo Siderúrgico de Carajás no desflorestamento da Amazônia Brasileira. In: IPEA, INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **A economia brasileira em perspectiva**. Rio de Janeiro: IPEA, v.2, 1996. p. 691-715.

REIS, E. J.; MARGULIS, S. Options for slowing Amazon jungle clearing. In: DORNBUSCH, R.; POTERBA, J. M. [eds.]. **Economic policy responses to global warming**. Cambridge: MIT Press, 1991.

RIEHEL, A. **Plano Amazônia Sustentável foi esvaziado, dizem especialistas**. Maio de 2008. Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/noticias/noticia.cfm?id=269700>>. Acesso em: 14/03/2010.

RIVA, A. L. M.; FONSECA, L. F. L.; HASENCLEVER, L. **Instrumentos econômicos e financeiros para a conservação ambiental do Brasil. Uma análise do estado da arte no Brasil e no Mato Grosso**. Desafios e perspectivas. Manaus: ISA e Rainforest Foundation Norway, 2007.

RODRIGUES, L. A. **O rio dos Tocantins**. Palmas: Editora Vozes, 2ª ed., 2001.

RODRIGUES, R. L. V. **Análise dos fatores determinantes do desflorestamento na Amazônia Legal**. 2004. Tese (doutorado em Ciências da Engenharia), programa de pós-graduação de engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SÁ, S. M. A. **O imaginário social sobre a Amazônia: antropologia dos conhecedores**. História, ciências, saúde vol. 6 (suplemento), set/2000, p. 889-899.

SAMUELSON, P. A. *et al.* Mathematics in economics: discussion of Mr. Novick's article. **Review of Economics and Statistics** n. 36, nov/1954, 359-386p.

SANTOS, R. P. **Introdução ao ARCGIS: Conceitos e comandos**. Brasília (arquivo pessoal). dez/2009. Material didático.

SAWYER, D. População, ambiente e saúde. In PIGNATTI, M., MARTINS, D. T. [orgs.]. **Saúde e meio ambiente na região Amazônica**. Cuiabá: Editora UFMT, 1999.

SCHNEIDER, R. *et al.* **Amazônia sustentável: limitantes e oportunidades para o desenvolvimento rural**. Série Parcerias Banco Mundial. Brasília: Banco Mundial; Belém: IMAZON, 2000.

SCHUH, G. **Pesquisa sobre desenvolvimento agrícola no Brasil**. São Paulo: Ed. Atlas, 1971.

SEVCENKO, N. O front brasileiro na guerra verde: vegetais, colonialismo e cultura. São Paulo: **Revista USP** n. 30, jun-ago/1996, p. 110-119.

SHIMABUKURO, Y. E. *et al.* Desflorestamento na Amazônia – Sistema DETER. In: RUDORFF, B. F. T. *et al.* [orgs.]. **O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil**. São José dos Campos: A. Silva ed., 2007.

SILVA, J. X. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: J. Xavier da Silva ed., 2001.

SIQUEIRA, C. F. A.; NOGUEIRA, J. M. **O novo código florestal e a reserva legal: do preservacionismo desumano ao conservacionismo politicamente correto**. Brasília: SOBER, 2000. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/08O387.pdf>>. Acesso em: 29/10/2009.

SMERALDI, R. *et al.* **Políticas públicas coerentes para uma Amazônia sustentável. O desafio da inovação e o Programa Piloto**. Brasília: NOVIB & SCA, 1996.

SMERALDI, R.; MAY, P. H. **O reino do gado. Uma nova fase na pecuarização da Amazônia Brasileira.** São Paulo: Amigos da Terra – Amazônia Brasileira, 2008.

SOARES, L. C. Limites meridionais e orientais da área de ocorrência da floresta amazônica em território brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia** n. 15, 1953, p. 3-122.

SOBRAL, L. *et al.* **Acertando o alvo 2. Consumo de madeira amazônica e certificação florestal no estado de São Paulo.** Belém: IMAZON, IMAFLORA e Amigos da Terra, 2002.

SOUZA, M. M. **Desmatamento cresce mais rápido nos países andinos.** Jun/2008. Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/noticias/print.cfm?id=275581>>. Acesso em: 01/11/2009.

SWAIN, T. N. Fronteiras do Paraná: da colonização à migração. In. AUBERTIN, C. **Fronteiras.** Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1988.

TONI, F.; PACHECO, P. **Gestão ambiental descentralizada: um estudo comparativo de três municípios da Amazônia brasileira.** (Série Estudos 6). Brasília: MMA, 2005.

TONI, F.; KAIMOWITZ, D. (ed.). **Municípios e gestão florestal na Amazônia.** Natal: AS Editores, 2003.

URBAN, T. **Saudade do Matão: relembrando a história da conservação da natureza no Brasil.** Curitiba: Editora da UFPR; Fundação o Boticário de Proteção à Natureza e Fundação MacArthur, 1998.

USDA, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock and poultry: World market and trade.** Oct/2006. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2006/2006%20Annual/Livestock&Poultry.pdf>>. Acesso em: 07/06/2008.

VELEZ, E. **As contradições da produção agropecuária no Brasil e o futuro da biodiversidade** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por renato1810@gmail.com em 9/11/2009.

VERÍSSIMO, A. *et al.* Zoning of timber extraction in the Brazilian Amazon. **Conservation Biology** n. 12 vol. 1, 1998, p. 1-10.

VILLELA, A. **Desenvolvimento econômico da Amazônia.** Coleção Amazônica, Série Augusto Montenegro. Belém: UFPA, 1966.

VINCENT, J. R.; ALI, R. M. **Environment and development in resource-rich economy: Malaysia under the new economic policy.** Harvard Institute for International Development (HIID), 1997.

WARNKEN, P. A indústria de processamento da soja. Brasília: **Revista de Política Agrícola** v. 8 n. 4, out-dez/1999, p. 20-25.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory econometrics: a modern approach.** South-Western College Publishing, 2000.

YOUNG, C. E. F. (Coord.). **Fundamentos econômicos da proposta de pacto nacional pela valorização da floresta e pelo fim do desmatamento na floresta amazônica.** Brasil: ISA, Greenpeace, ICV, IPAM, TNC, CI, Amigos da Terra, IMAZON e WWF-Brasil. 2007.

YOUNG, C. E. F. Public policies and deforestation in the Brazilian Amazon. In: IPEA. **Planejamento e Políticas Públicas** n. 18. Brasília: IPEA, 1988.

## APÊNDICE

Tabela 7: Regressão linear conjunta no ano de 2002.

```
R R Console
> summary(lm02)

Call:
lm(formula = bdcons$DESMO2 ~ bd02_)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-253.580  -20.335   -5.898    5.481   743.218

Coefficients: (2 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -4.776e+00  3.745e+00  -1.275  0.20264
bd02_POPO2    3.743e-05  3.048e-05   1.228  0.21976
bd02_DPOPO2  -5.961e-02  5.030e-01  -0.119  0.90570
bd02_CPOPO2   2.080e+02  6.438e+01   3.231  0.00129 **
bd02_GADOO2   3.932e-04  2.986e-05  13.169 < 2e-16 ***
bd02_AVES02  -2.241e-05  1.084e-05  -2.067  0.03908 *
bd02_PBAGO2   5.986e-04  2.390e-04   2.505  0.01246 *
bd02_SJPDO2  -4.480e-05  6.225e-05  -0.720  0.47194
bd02_SJAPO2  -2.372e-01  1.461e-01  -1.624  0.10483
bd02_CNPDO2   1.333e-06  2.252e-05   0.059  0.95281
bd02_CNAP02  -3.594e-01  3.280e-01  -1.096  0.27348
bd02_CARVO2  -8.263e-03  4.246e-03  -1.946  0.05203 .
bd02_LENHA02 -1.828e-03  9.003e-04  -2.030  0.04266 *
bd02_TORA02  -4.842e-05  2.497e-04  -0.194  0.84630
bd02_MD2PC02  3.904e-05  2.980e-04   0.131  0.89582
bd02_MD2FD02      NA         NA         NA         NA
bd02_PRDSM02      NA         NA         NA         NA
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 70.79 on 756 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3195,    Adjusted R-squared:  0.3069
F-statistic: 25.35 on 14 and 756 DF,  p-value: < 2.2e-16

> |
```

Fonte: R version 2.9.0.

Tabela 8: Regressão linear conjunta no ano de 2003.

```

R Console
> summary(lm03)

Call:
lm(formula = bdcons$DESM03 ~ bd03_)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-291.684  -28.077  -10.291    3.712   961.926

Coefficients: (2 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -2.193e+00  4.907e+00  -0.447   0.655
bd03_POPO3   2.480e-05  3.765e-05   0.659   0.510
bd03_DPOPO3 -1.829e-01  6.345e-01  -0.288   0.773
bd03_CPOPO3  5.528e+02  1.202e+02   4.600 4.94e-06 ***
bd03_GADOO3  4.374e-04  3.402e-05  12.857 < 2e-16 ***
bd03_AVES03 -1.068e-05  1.343e-05  -0.795   0.427
bd03_PBAGO3 -1.761e-04  2.734e-04  -0.644   0.520
bd03_SJPDO3  1.325e-04  8.115e-05   1.633   0.103
bd03_SJAPO3 -1.509e-01  1.659e-01  -0.909   0.363
bd03_CNPDO3 -3.848e-05  2.435e-05  -1.580   0.114
bd03_CNAP03  3.336e-01  4.139e-01   0.806   0.420
bd03_CARVO3 -9.407e-03  6.699e-03  -1.404   0.161
bd03_LENHA03 -1.152e-03  9.008e-04  -1.279   0.201
bd03_TORA03  2.961e-05  2.824e-04   0.105   0.917
bd03_MD2PC03 -2.151e-05  3.352e-04  -0.064   0.949
bd03_MD2FD03          NA          NA          NA          NA
bd03_PRDSM03          NA          NA          NA          NA
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 90.84 on 756 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2568,    Adjusted R-squared:  0.2431
F-statistic: 18.66 on 14 and 756 DF,  p-value: < 2.2e-16

> |

```

Fonte: R version 2.9.0.

Tabela 9: Regressão linear conjunta no ano de 2004.

```

R R Console
> summary(lm04)

Call:
lm(formula = bdcons$DESM04 ~ bd04_)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-335.507  -21.284   -8.043    4.907   591.783

Coefficients: (2 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -2.407e+00  4.345e+00  -0.554   0.5797
bd04_POPO4   2.741e-05  3.172e-05   0.864   0.3879
bd04_DPOPO4  -1.863e-01  5.371e-01  -0.347   0.7288
bd04_CPOPO4  2.664e+02  5.153e+01   5.169 3.01e-07 ***
bd04_GAD004  4.091e-04  2.669e-05  15.330 < 2e-16 ***
bd04_AVES04  -2.662e-05  1.376e-05  -1.935   0.0534 .
bd04_PBAG04  4.547e-05  2.725e-04   0.167   0.8675
bd04_SJPD04  1.310e-04  1.006e-04   1.303   0.1930
bd04_SJAP04  -2.665e-01  1.372e-01  -1.943   0.0524 .
bd04_CNPD04  -1.024e-05  2.132e-05  -0.480   0.6313
bd04_CNAP04  -3.256e-01  3.599e-01  -0.905   0.3658
bd04_CARV04  -1.016e-03  1.662e-03  -0.612   0.5410
bd04_LENHA04 -1.215e-04  2.368e-04  -0.513   0.6081
bd04_TORA04  7.726e-05  2.162e-04   0.357   0.7209
bd04_MD2PC04 -7.530e-05  2.501e-04  -0.301   0.7634
bd04_MD2FD04      NA         NA         NA         NA
bd04_PRDSM04      NA         NA         NA         NA
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 79.61 on 756 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3736,    Adjusted R-squared:  0.362
F-statistic: 32.21 on 14 and 756 DF,  p-value: < 2.2e-16

> |

```

Fonte: R version 2.9.0.

Tabela 10: Regressão linear conjunta no ano de 2005.

```

R R Console
> summary(lm05)

Call:
lm(formula = bdcons$DESM05 ~ bd05_)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-303.507  -15.989   -2.817    6.029   799.454

Coefficients: (2 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -4.446e+00  3.565e+00  -1.247  0.21276
bd05_POPO5    8.664e-06  2.567e-05   0.338  0.73583
bd05_DPOPO5  -2.162e-02  4.362e-01  -0.050  0.96049
bd05_CPOPO5   1.974e+02  8.021e+01   2.461  0.01407 *
bd05_GAD005   3.885e-04  1.894e-05  20.507 < 2e-16 ***
bd05_AVES05  -1.092e-05  1.109e-05  -0.985  0.32497
bd05_PBAG05  -8.807e-05  1.384e-04  -0.636  0.52474
bd05_SJPD05   7.744e-05  3.603e-05   2.149  0.03192 *
bd05_SJAP05  -2.895e-01  1.056e-01  -2.742  0.00626 **
bd05_CNPD05  -1.499e-05  2.011e-05  -0.745  0.45630
bd05_CNAP05  -1.139e-01  3.028e-01  -0.376  0.70691
bd05_CARV05  -1.927e-04  6.805e-04  -0.283  0.77716
bd05_LENHA05 -9.443e-04  7.032e-04  -1.343  0.17972
bd05_TORA05   9.419e-06  3.619e-05   0.260  0.79472
bd05_MD2PC05  8.686e-06  6.581e-05   0.132  0.89503
bd05_MD2FD05      NA         NA         NA      NA
bd05_PRDSM05      NA         NA         NA      NA
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 65.87 on 756 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4043,    Adjusted R-squared:  0.3933
F-statistic: 36.65 on 14 and 756 DF,  p-value: < 2.2e-16

> |

```

Fonte: R version 2.9.0.

Tabela 11: Regressão linear conjunta no ano de 2006.

```

R R Console
> summary(lm06)

Call:
lm(formula = bdcons$DESM06 ~ bd06_)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-151.798  -11.383   -1.680    6.770   497.557

Coefficients: (2 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -3.458e+00  2.177e+00  -1.588  0.112677
bd06_POPO6   2.200e-05  1.554e-05   1.416  0.157203
bd06_DPOPO6  -5.053e-02  2.656e-01  -0.190  0.849137
bd06_CPOPO6  2.436e+02  6.418e+01   3.795  0.000159 ***
bd06_GAD006  2.311e-04  1.078e-05  21.441 < 2e-16 ***
bd06_AVES06  -4.926e-06  5.710e-06  -0.863  0.388541
bd06_SJPD06  1.736e-05  1.582e-05   1.097  0.272782
bd06_SJAP06  -2.468e-01  6.038e-02  -4.087  4.83e-05 ***
bd06_CNP06   1.395e-06  1.154e-05   0.121  0.903825
bd06_CNAP06  -1.599e-01  1.881e-01  -0.850  0.395486
bd06_CARV06  -2.333e-04  2.544e-04  -0.917  0.359316
bd06_LENHA06 -5.895e-04  4.201e-04  -1.403  0.160952
bd06_TORA06  1.906e-05  1.800e-05   1.059  0.289965
bd06_MD2PC06 1.726e-05  3.658e-05   0.472  0.637233
bd06_MD2FD06      NA          NA         NA         NA
bd06_PRDSM06      NA          NA         NA         NA
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 40.83 on 757 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3949,    Adjusted R-squared:  0.3845
F-statistic: 38.01 on 13 and 757 DF,  p-value: < 2.2e-16

> |

```

Fonte: R version 2.9.0.

Tabela 12: Regressão linear conjunta no ano de 2007.

```

R R Console
> summary(lm07)

Call:
lm(formula = bdcons$DESMO7 ~ bd07_)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-176.8453  -9.8822  -0.1553   5.4586  486.6226

Coefficients: (2 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -3.402e+00  1.950e+00  -1.745   0.0814 .
bd07_POPO7    2.457e-05  1.535e-05   1.600   0.1099
bd07_DPOPO7   -2.145e-02  2.589e-01  -0.083   0.9340
bd07_CPOPO7    1.602e+01  6.466e+00   2.477   0.0135 *
bd07_GADOO7    2.345e-04  1.102e-05  21.281 < 2e-16 ***
bd07_AVES07   -1.120e-06  3.975e-06  -0.282   0.7783
bd07_SJPD07    8.504e-06  1.512e-05   0.562   0.5741
bd07_SJAP07   -2.643e-01  6.180e-02  -4.277  2.13e-05 ***
bd07_CNPDO7   -7.179e-07  9.622e-06  -0.075   0.9405
bd07_CNAP07   -1.670e-01  1.751e-01  -0.954   0.3404
bd07_CARVO7   -3.014e-04  2.698e-04  -1.117   0.2644
bd07_LENHA07  -3.888e-04  3.530e-04  -1.101   0.2711
bd07_TORA07    1.679e-05  2.328e-05   0.721   0.4710
bd07_MD2PC07  -4.259e-07  4.102e-05  -0.010   0.9917
bd07_MD2FD07      NA         NA         NA         NA
bd07_PRDSMO7    NA         NA         NA         NA
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 39.47 on 757 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3847,    Adjusted R-squared:  0.3741
F-statistic:  36.4 on 13 and 757 DF,  p-value: < 2.2e-16

> |

```

Fonte: R version 2.9.0.