

# Instrumentos Econômicos para a Proteção da Amazônia

A experiência do PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS

“Esta análise e o assunto estudado são interessantes e discutidos em um momento apropriado. O estudo é bem escrito e motivador. Vários testes são realizados para validar os dados e modelos e cada um deles é motivado pela literatura científica apropriada. No geral, eu considero que o assunto é relevante e importante.”

**Jill Caviglia-Harris, Ph.D., Salisbury University, EUA.**

“Todos os dados apresentados indicam que a verdadeira função do PIM é a de um *catalisador econômico* que de um lado *alivia a pressão sobre a floresta amazônica* e por outro lado é capaz de *canalizar recursos financeiros para a educação e o desenvolvimento de CT&I* que por sua vez impulsionam o desenvolvimento de tecnologias e inovações de processos econômicos sustentáveis ao longo prazo. Parece-me que esta é a tarefa da presente pesquisa: demonstrar esta função histórica do PIM para possibilitar a formulação de uma política coerente que reforce de forma planejada sua função catalisadora e crie desta maneira um processo de desenvolvimento que poderá ser considerado sustentável e servir de modelo para a Amazônia.”

**Norbert Fenzl, Ph.D., Community Research & Development Information Services, Bruxelas, Bélgica.**

“O estudo pretende demonstrar que o PIM conseguiu gerar riqueza econômica, produzir melhoria social e gerar externalidades ambientais positivas. Estas externalidades geram benefícios nacionais e mundiais, pela redução da emissão de CO<sub>2</sub>, mas também pode significar ganhos futuros, como a obtenção de crédito de carbono para as empresas situadas no Estado. Uma vez analisado, constato que o estudo foi elaborado de acordo com as melhores práticas profissionais e conseguiu, de forma bastante significativa, atingir seus objetivos. Tais resultados demonstram que o PIM tem gerado um importante desenvolvimento econômico e social em sua região e tem evitado consideravelmente o desmatamento de grandes extensões.”

**Hercílio Castellano, Ph.D., Universidad Central de Venezuela.**



Alexandre Rivas  
José Aroudo Mota  
José Alberto da Costa Machado  
(Orgs.)



# Instrumentos Econômicos para a Proteção da Amazônia

A experiência do PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS





# **Instrumentos Econômicos para a Proteção da Amazônia**

**A experiência do PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS**





# **Instrumentos Econômicos para a Proteção da Amazônia**

**A experiência do PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS**

Alexandre Rivas  
José A. Mota  
José Alberto da C. Machado  
(Orgs.)



Copyright © 2009 - Piatam Instituto

Editor-chefe: Railson Moura

Diagramação: Regiane Rosa

Capa: Roseli Pampuch

Revisão: Os Autores

Fotos: Nokia / Istockphotos Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

---

Instrumentos econômicos para a proteção da Amazônia : a experiência do Pólo Industrial de Manaus / Alexandre Almir Ferreira Rivas, José Aroudo Mota, José Alberto da Costa Machado, (organizadores) . -- 1. ed. -- Curitiba : Editora CRV, 2009. Co-Editora: PIATAM

Bibliografia.

ISBN 978-85-62480-23-2

1. Amazônia - Comércio 2. Amazônia - Condições econômicas 3. Amazônia - Condições sociais 4. Amazônia - Indústria 5. Amazônia - Política econômica 6. Desenvolvimento sustentável - Amazônia 7. Desmatamento - Brasil - Amazônia 8. Pólo Industrial de Manaus 9. Recursos naturais - Conservação - Amazônia 10. Reservas florestais - Amazônia I. Rivas, Alexandre Almir Ferreira. II. Mota, José Aroudo. III. Machado, José Alberto da Costa.

---

09-07821

CDD-333.709811

---

Índices para catálogo sistemático:

1. Pólo Industrial de Manaus no contexto amazônico :

Amazônia : Desenvolvimento sustentável : Economia ambiental 333.709811



Ministério do  
Desenvolvimento, Indústria  
e Comércio Exterior



Tel.: (41) 3039-6418  
www.editoracrv.com.br  
E-mail: sac@editoracrv.com.br



Tel.: (92) 3584-6882  
www.institutopiatam.org.br  
E-mail: contato@piatam.org.br

*Todos os direitos reservados.*

# SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	7
SUFRAMA .....	9
ATUAÇÃO EM MANAUS TRAZ RESPONSABILIDADES E ORGULHO PARA A NOKIA.....	11
NOTA SOBRE OS AUTORES.....	13
PREFÁCIO .....	19
APRESENTAÇÃO.....	23
PARTE I	
O Pólo Industrial de Manaus no Contexto Amazônico.....	29
CAPÍTULO 1	
O Pólo Industrial de Manaus e sua Dinâmica.....	31
<i>Aristides da R. Oliveira Jr., José Alberto da C. Machado</i>	
CAPÍTULO 2	
O Desmatamento da Amazônia em Perspectiva .....	52
<i>Marcelo B. Diniz, José A. Mota, Alexandre Rivas</i>	
CAPÍTULO 3	
Movimentos Migratórios no Estado do Amazonas.....	64
<i>Peri Teixeira</i>	
PARTE II	
Os Modelos Econométricos .....	73
CAPÍTULO 1	
O Modelo Comportamental Matemático do Pólo Industrial de Manaus .....	75
<i>James R. Kahn</i>	



CAPÍTULO 2	
Uma Análise de Correspondência do Desmatamento no Estado do Amazonas .....	88
<i>Carlos Edwar de C. Freitas, Fabíola A. do Nascimento</i>	
CAPÍTULO 3	
Causalidades, clubes de convergência e análise quantílica.....	115
<i>Marcelo Bentes Diniz, José Nilo de Olivera Jr.</i>	
CAPÍTULO 4	
O efeito PIM: análise contrafactual .....	144
<i>José Aroudo Mota, José O. Cândido Jr.</i>	
CAPÍTULO 5	
A demanda por desmatamento e o Efeito PIM .....	157
<i>Alexandre Rivas, Renata Mourão, Beatriz Rodrigues</i>	
PARTE III .....	169
CAPÍTULO 1	
Possíveis consequências de uma eventual extinção do PIM.....	171
<i>Alexandre Rivas</i>	
CAPÍTULO 2	
Mecanismos compensatórios para os efeitos positivos do Pólo Industrial de Manaus .....	177
<i>Alexandre Rivas, José Alberto da C. Machado, José A. Mota</i>	
CAPÍTULO 3	
Valorização Mercadológica do Pólo Industrial de Manaus.....	184
<i>Aristides da R. Oliveira Jr., José A. Mota, José Alberto da C. Machado</i>	
CAPÍTULO 4	
Os benefícios do Pólo Industrial de Manaus: para além do puramente econômico .....	192
<i>Alexandre Rivas, José A. Mota, José Alberto da C. Machado</i>	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	195
Anexos .....	201

# AGRADECIMENTOS

OS AUTORES SÃO GRATOS À NOKIA E À SUFRAMA PELO APOIO para a realização deste estudo. Agradecem, também, o árduo trabalho de formatação e revisão preliminar realizado pela mestranda, da UFAM/FES, Débora Ramos Santiago e a revisão gramatical por Hostília Maria Lisboa Campos. Agradecem aos *referees* Jill Caviglia-Harris (*Salisbury University, EUA*), Norbert Fenzl (Community Research & Development Information Services), Bruxelas, Bélgica e Hercílio Castellano (Universidad Central de Venezuela) por suas valiosas contribuições e críticas no aperfeiçoamento do estudo.





# SUFRAMA

JÁ FAZ TEMPO QUE A SOCIEDADE REGIONAL COMEÇOU A perceber o efeito virtuoso do Pólo Industrial de Manaus (PIM) sobre a floresta do estado do Amazonas. Vivendo aqui e percebendo, na prática, pouco se atentava para a necessidade de demonstrar empiricamente esses efeitos. À medida que as questões ambientais foram se consolidando nas agendas nacional e internacional começou-se a perceber que esse efeito representava um aspecto relevante na busca de sua defesa e das iniciativas para manutenção de sua competitividade.



Primeiramente a constatação ganhou espaço no discurso das instituições locais e de suas autoridades políticas. Em seguida as primeiras medições, isoladamente, começaram a comparecer em estudos institucionais e acadêmicos. Posteriormente o tema passou a permear os debates tanto no ambiente técnico-científico quanto nas esferas políticas. Todos, entretanto, com suas visões próprias e, quase sempre, sem suporte consistente em metodologias científicas e dados amplos sobre a realidade.

Entendeu-se, então, que era chegado o momento de ser feito um estudo consistente e, cientificamente sólido, de modo a não restarem dúvidas, nem mesmo aos mais céticos, de que, de fato, o PIM tem sim um grande efeito virtuoso sobre a floresta amazônica e, em especial, a do Estado do Amazonas.

A Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) buscou apoio na academia regional e nacional para formular adequadamente o problema e em seguida apresentou às empresas instaladas no PIM visando obter parceria para a realização do mesmo. A Nokia do Brasil respondeu de pronto e foi a única a fazê-lo no tempo oportuno. Desde então, sua participação tem sido exemplar, não somente pelo suporte financeiro, mas também pelo acompanhamento institucional, inclusive com a inserção de seus executivos globais no acompanhamento desse estudo.

Assim, ao apresentar este trabalho, desejo agradecer essa parceria e comprometimento da Nokia e, ao mesmo tempo, registrar a imensa satisfação de constatar que um estudo complexo e de grande magnitude pode ser feito com pesquisadores regionais, embora com a participação de outros vinculados a instituições respeitáveis como o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

*Flávia Skrobot Barbosa Grosso*  
*Superintendente da SUFRAMA*

# ATUAÇÃO EM MANAUS TRAZ RESPONSABILIDADES E ORGULHO PARA A NOKIA

O ESTUDO APRESENTADO NESTE RELATÓRIO TRAZ LUZ A UMA questão debatida desde o surgimento de discussões em torno da criação de um pólo econômico no estado do Amazonas: além das óbvias melhorias para o desenvolvimento econômico de toda a região Norte do país, qual seria o impacto da atividade industrial sobre a maior floresta tropical do mundo?

Nós, da Nokia, sempre tivemos a consciência de que, ao optarmos por Manaus como o local de nossa primeira fábrica na América do Sul, dez anos atrás, passaríamos a fazer parte desse contexto, usufruindo dos benefícios, mas, também, assumindo todas as responsabilidades. Estar em Manaus ultrapassa as funções econômicas e coloca a empresa como peça importante na engrenagem da preservação ambiental.

A extensa pesquisa a que temos acesso agora mostra que estávamos certos ao avaliar nossa presença no Pólo Industrial de Manaus (PIM). Os resultados demonstram como a estratégia de industrialização aqui materializada vem contribuindo para a desaceleração do desmatamento da floresta amazônica. Importante também é o exercício sobre o que poderia ocorrer caso o pólo não existisse, considerando as conseqüências para o país e para a região.

A o trabalhar pelo desenvolvimento do PIM, geramos direta e indiretamente trabalho e renda para milhares de famílias, que passam a ter alternativas de crescimento e desenvolvimento sem a exploração direta da floresta. Juntando a isso as melhores práticas de respeito ao meio ambiente em nossos processos produtivos, temos uma equação extremamente positiva para todos.

E nosso compromisso com a região se renova. Investimentos anunciados recentemente reforçam nossa expectativa de que a planta de Manaus venha aliar à sua vocação de atendimento ao mercado brasileiro a capacidade de abastecer também outros países. O início, no primeiro semestre deste ano, da produção de dispositivos 3G foi o primeiro passo.

Não há como deixar de destacar o cenário econômico manauara como fator incentivador de nossas iniciativas. Graças aos esforços do Governo do Estado do Amazonas e da SUFRA MA, Manaus tem crescido nos últimos anos a taxas superiores ao ritmo da economia brasileira. O PIM pode ser considerado um dos modelos de maior sucesso em todo o mundo de desenvolvimento econômico, social e preservação do meio ambiente.

E, por acreditar nesse modelo, trabalhamos com tanto afincamento junto aos órgãos de fomento e às entidades governamentais para aprimorá-lo, para que o pólo possa receber, cada vez melhor, as indústrias que aceitam o desafio de produzir no coração da Amazônia, como uma decisão competitiva de negócios e ao mesmo tempo social e ambientalmente responsável.

*Almir Narcizo*  
*Presidente da Nokia do Brasil*

# NOTA SOBRE OS AUTORES

Alexandre Rivas

Pós-Doutor em Economia Ambiental pela Washington and Lee University (2005), doutorado em Economia Ambiental e Finanças Públicas - The University of Tennessee System (1998), mestrado em Finanças Públicas - The University of Tennessee System (1997) e Graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (1988). Professor titular do Departamento de Economia e Análise da Universidade Federal do Amazonas, professor Colaborador da Washington And Lee University (EUA), presidente do Instituto PIATAM e membro do Conselho Consultivo do acordo entre a Universidade das Nações Unidas e Banco do Brasil. Atua, principalmente, na área de Economia Ambiental e dos Recursos Naturais nos seguintes temas: Valoração econômica do ambiente, análise de impactos ambientais de grandes projetos na Amazônia e políticas relacionadas à utilização de instrumentos econômicos para a proteção ambiental. . É coordenador do Projeto Piatam ([www.piatam.ufam.edu.br](http://www.piatam.ufam.edu.br)) e diretor de um consórcio no Programa Brasil-EUA, sob os auspícios da CAPES (Brasil) e FIPSE (EUA).



### José Aroudo Mota

Obteve o título de Doutor em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília (2000), mestrado em Administração Financeira pela Universidade de Brasília (1994) e graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Católica de Brasília (1981). Atualmente é Coordenador de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA e Coordenador do Fórum IPEA de Mudanças Climáticas. É professor visitante de economia ambiental da Universidade Federal do Amazonas, professor pesquisador associado do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. Ocupou o cargo de Diretor-Adjunto e Interino da Diretoria de Estudos Regionais e Urbanos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Desenvolvimento Sustentável, atuando principalmente nos seguintes temas: economia ambiental, desenvolvimento sustentável, valoração de recursos naturais, gestão ambiental e impacto ambiental.

### José Alberto da Costa Machado

Doutor em Desenvolvimento Socioambiental (1999), Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação (1990) e Graduado em Administração de Empresas (1978). Professor Adjunto do Departamento de Economia e Análise da Faculdade de Estudos Sociais da Universidade Federal do Amazonas, dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Produção e Desenvolvimento Regional, todas da Universidade Federal do Amazonas. Pesquisador em teorias, métodos e métricas sobre desenvolvimento sustentável e em dinâmicas do desenvolvimento regional amazônico. Atualmente tem atuação centrada sobre a Zona Franca de Manaus, Pólo Industrial de Manaus e desenvolvimento amazônico, temas sobre os quais tem desenvolvido centenas de estudos econômicos e empresariais.

### Marcelo Bentes Diniz

Possui graduação em Economia pela Universidade Federal do Pará (1993), mestrado em Curso de Pós-Graduação em Economia - CAEN pela Universidade Federal do Ceará (1997) e doutorado em Curso de Pós-Graduação em Economia CAEN pela Universidade Federal do Ceará (2005). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do Pará. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Economias Agrária e dos Recursos Naturais. Atuando principalmente nos seguintes temas: Desigualdade e Pobreza.

## Carlos Edwar de Carvalho Freitas

Possui doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo em 1999. Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Amazonas, Professor Credenciado do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq, Membro do Conselho Consultivo da Fundação Amazônia Sustentável e Fellow of the Linnean Society of London. Atua na área de Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, com ênfase em Avaliação de Estoques Pesqueiros de Águas Interiores. É referee ad hoc de revistas científicas nacionais e internacionais e de agências e programas de financiamento à pesquisa.

## James Randall Kahn

James Randall Kahn recebeu o título de Bacharel em Economia (Washington and Lee University EUA) em 1975, Mestre em Economia (University of Maryland) em 1978 e Doutor em Economia (University of Maryland) em 1981. Exerce a cátedra John F. Hendon Professorship em Economia e é Diretor do Programa de Estudos Ambientais da Washington and Lee University. É também professor colaborador da Universidade Federal do Amazonas, desde 1992, e membro do Grupo de Notáveis do Centro de Excelência Ambiental da Petrobras na Amazônia. Dentre suas atividades anteriores foi professor na State University of New York Binghamton (1980-1991) e professor da University of Tennessee (1991-2000). No mesmo período em que atuou na University of Tennessee, foi também cientista colaborador no Laboratório Nacional de Oak Ridge. A área de pesquisa do Professor Kahn é Economia do Meio Ambiente. As linhas de pesquisa incluem desenvolvimento sustentável na Amazônia, desenvolvimento de incentivos econômicos para preservação do meio ambiente, valoração do Meio Ambiente, análise multi-criterial, mudanças climáticas no mundo, economia da pesca e modelagem da interação entre sistemas econômicos e ecológicos.

## Pery Teixeira

Possui graduação em Bacharelado em Matemática pelo Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (1972) e doutorado em Demografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1997). Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Amazonas. Tem experiência na área de Demografia, com ênfase em Componentes da Dinâmica Demográfica. Atuando principalmente nos seguintes temas: Nordeste, Diferenciais, Mortalidade na Infância, Microrregiões homogêneas.

### José Oswaldo Cândido Júnior

Possui doutorado em Economia pela Fundação Getúlio Vargas (EPGE/RJ), mestrado (1998) e graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Ceará (1992) Atualmente é Técnico de Planejamento e Pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - DF e e Assessor Econômico do Senado Federal Brasileiro. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Crescimento, Flutuações e Planejamento Econômico. Atuando principalmente nos seguintes temas: Política Cambial, Credibilidade, Regras de Política Econômica, Brasil.

### José Nilo de Oliveira Junior

É Doutor em Economia pela Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Métodos Quantitativos, atuando nas áreas de Crescimento Econômico, Setor Agrícola e Meio Ambiente.

### Aristides da Rocha Oliveira Junior

Mestre em Gestão Empresarial (EBAPE/FGV, 2002) e graduado em Ciências Econômicas pela Faculdade de Estudos Sociais da Universidade Federal do Amazonas (FES/UFAM, 1993). Atualmente é Professor Assistente do Depto. de Administração da FES/UFAM. Tem experiência nas áreas de Administração e Economia, atuando principalmente nos seguintes temas: Gestão do Desenvolvimento Regional, Desenvolvimento Sustentável na Amazônia e Economia e Gestão da Indústria do Petróleo e Gás na Amazônia.

### Edileuza Carlos de Melo

Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Amazonas (1987), especialização em Metodologia de Avaliação de Impactos Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas (1988), Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1995) e mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Brasília (2002), com ênfase na área de energia e ambiente. Atualmente é pesquisadora do Projeto Piatam ([www.piatam.ufam.edu.br](http://www.piatam.ufam.edu.br)) e do Centro de Excelência Ambiental da Petrobras na Amazônia e analista de geotecnologias senior da Fundação Aplicação de Tecnologias Críticas. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em análise e modelagem ambiental (cobertura vegetal, hidrologia, ecossistemas e uso e ocupação territorial) e socioeconômica, utilizando as ferramentas de Geotecnologias e Sensoriamento Remoto.

### Renata Reis Mourão

Possui graduação em economia pela Universidade Federal do Amazonas (2003), graduação Sanduíche - Washington and Lee University (2003) e mestrado em Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal do Amazonas (2008). Atualmente é pesquisadora do Projeto Piatam ([www.piatam.ufam.edu.br](http://www.piatam.ufam.edu.br)). Atua na área de Economia, com ênfase em Meio Ambiente, nos temas sobre valoração ambiental e análise de impactos ambientais de grandes projetos na Amazônia.

### Beatriz Furtado Rodrigues

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Amazonas (2003). Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Economia dos Recursos Naturais, atuando principalmente nos seguintes temas: economia ambiental, economia regional e contas regionais. Atualmente é pesquisadora da área de Economia e Gestão do Projeto Piatam ([www.piatam.ufam.edu.br](http://www.piatam.ufam.edu.br)) e mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente na Amazônia do Centro de Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, com pesquisas sobre valoração ambiental na University of Florida.

### Fabíola Aquino do Nascimento

Possui graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Amazonas (2002), com mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Tem experiência na área de Manejo dos recursos pesqueiros, com ênfase em conflitos em lagos de várzea.





# PREFÁCIO

## Zona Franca de Manaus (ZFM): sua importância para a Amazônia e o Brasil

*Denis Benchimol Minev<sup>1</sup>*

*Secretário de Estado do Planejamento e  
Desenvolvimento Econômico do Estado  
do Amazonas*

---

ESTE LIVRO VEM PRESTAR UM GRANDE SERVIÇO AO BRASIL E À Amazônia, à medida em que demonstra, cientificamente, o efeito virtuoso da ZFM na proteção de parte da floresta amazônica.

Aos que vêem o modelo Zona Franca com desconfiança, este livro adicionará o argumento ambiental de forma definitiva e contundente aos outros benefícios que trazemos ao País e, por quê não, para o mundo. A estes, Manaus e o Amazonas devem estar permanentemente abertos ao diálogo acerca das melhores formas de adaptação e evolução de nossa economia, desde que reconheçam nossa contribuição ambiental.

O que deveria ser um diálogo, historicamente tem se configurado em monólogo, um discurso vazio de preservação da floresta coibindo as atividades econômicas existentes, sem concepção de alternativas. Imagina-se que as alternativas para esta terra distante poderiam se limitar a catar castanhas e dançar boi-bumbá para gringos – o que os olhos não vem o coração não sente. Enganam-se os que acreditam que a Amazônia poderia assim ser preservada. A riqueza é pré-condição à preservação.

Àqueles que na Amazônia vivem e vislumbram um futuro próspero, tanto para a economia quanto para o meio ambiente, este livro preenche uma lacuna de argumentos. Sempre argumentamos que a Zona Franca é, em seu cerne, uma

---

<sup>1</sup> Graduado em Economia e Mestrado em Estudos Latino-Americanos pela **Stanford** University, Mestrado em Administração pela **Wharton** School of the University of Pennsylvania e ex-consultor sênior do **Goldman Sachs** Group.

política econômico-ambiental, o que tentamos provar com anedotas e exemplos. Agora há uma obra, fruto de pesquisa científica da mais alta qualidade, escrita e revisada por personalidades de reputação ilibada e imparcialidade inquestionável, que substancia nossos argumentos, preenchendo-os com dados e conclusões concretas. Quarenta anos de gestação.

O professor Samuel Benchimol, meu avô, já dizia, nos anos 80, que o desenvolvimento sustentável da Amazônia teria que respeitar quatro paradigmas: ser economicamente viável, socialmente justo, ambientalmente adequado e politicamente equilibrado. O modelo Zona Franca de Manaus, como esta obra bem sustenta, responde aos quatro.

Nossa viabilidade econômica está comprovada pelo capital privado que em Manaus decidiu se localizar – em uma economia aberta e globalizada, o capital vota com os pés. Mais de quinhentas indústrias deram seu voto de confiança ao nosso modelo e aqui permanecem, não pela bondade de seus corações ou pela beleza do por do sol no Rio Negro, mas porque aqui conseguiram executar seus planos de negócio e obtiveram a rentabilidade desejada pelos seus investidores. Não nos esqueçamos que grande parte do sucesso do nosso modelo se deve à acolhida que demos a investidores do mundo todo, sem xenofobia ou discriminação.

A pujança econômica de anos recentes também permitiu o estabelecimento de políticas de formação e aperfeiçoamento de mão-de-obra que tornaram Manaus um dos pólos nacionais de desenvolvimento de tecnologia, baseado tanto nos investimentos estatais quanto nos ordenamentos legais da Lei de Informática que canaliza recursos para investimentos em pesquisa e desenvolvimento na Amazônia. Inicia-se assim, ainda que timidamente, a ocupação da Amazônia, não por agricultores como nos idos de 1970, mas por doutores, como deve ser.

Fica claro nesta obra a diferença social entre o Amazonas e os demais estados da região Norte. Comparemo-nos momentaneamente com nosso vizinho Pará, estado de belezas e riquezas no mínimo comparáveis às nossas. O Amazonas tem renda *per capita* aproximadamente o dobro do Pará – nossa área total desmatada é de 2% do território, contra mais de 20% em nosso vizinho. Pergunta-se por quê. Engana-se quem pensa que é porque os amazonenses têm melhor coração ou maior amor à floresta que os paraenses. É uma questão de modelo de desenvolvimento e volume de renda – indústrias ocupam pouco espaço enquanto que agricultura, pecuária, mineração e madeireiras, as principais atividades econômicas em nosso vizinho, ocupam vastas áreas com grande impacto ambiental. Além disso, o nível de renda diferenciado tem permitido ao Amazonas construir uma política e instituições que reforçam a conservação ambiental. São poucos os governos no mundo que, quando visitados por grandes pecuaristas ou agricultores, podem responder com segurança que tais investimentos não são bem-vindos em áreas de floresta nativa. O Amazonas pode, graças à justiça social proporcionada pela Zona Franca. Lembremo-nos que a renda *per capita* amazonense não figura dentre as mais altas do País, apenas próximo à média, portanto não há aqui concebido um *excesso de justiça*.

O equilíbrio político, requerimento do desenvolvimento sustentável, deve se iniciar pelo fator externo. O Brasil hoje brada, batendo no próprio peito de orgulho, que fomos os únicos dos grandes a preservar nossas florestas. Esta posição de liderança ambiental mundial, conforme demonstra habilmente e além de discussão esta obra, se deve em grande parte à Zona Franca de Manaus. Continuando no caráter político externo, a ocupação da Amazônia Ocidental é fator importante da liderança nacional na Amazônia e permitiu o estabelecimento de infra-estruturas que beneficiam todos os segmentos, desde o científico à segurança nacional. Internamente no Brasil, a Zona Franca também goza de equilíbrio político, trazendo grandes contribuições, via Suframa, à Amazônia Ocidental por intermédio da redistribuição de recursos que estimulam tanto a pesquisa científica, quanto a formação de recursos humanos e o estabelecimento de infra-estrutura. Mesmo estados não participantes da Suframa se beneficiam por meio dessa intensa movimentação logística. No âmbito nacional, a Zona Franca é grande compradora de insumos para suas indústrias e para consumo local (o Amazonas é deficitário na produção de alimentos). Por último, como já dizia o professor Samuel Benchimol, em vez de paraíso fiscal, a Zona Franca se constitui em paraíso do fisco, dado que se arrecada na Zona Franca muito mais do que se gasta nela, apenas do lado federal.

É claro que ainda há muito para se avançar e deixar para trás o conteúdo esquizofrênico do desenvolvimento regional. Ao mesmo tempo em que se implantou por quarenta anos uma política forte de incentivos fiscais, negou-se a conexão logística adequada e necessária ao pólo, seja ela fluvial (melhores portos, dragagem de hidrovias), rodoviária (estabelecimento e manutenção de rodovias), ferroviária ou aeroviária. Ao mesmo tempo em que se enriqueceu com mais empregos, a energia elétrica é de baixa qualidade e escassa, as telecomunicações são precárias e caras. Em 1967 demorava-se 15 dias de Manaus a São Paulo, principal centro consumidor nacional. Adivinhe hoje.

O próprio desenho do pólo carece ainda de maior aprofundamento regional, em busca de realizar um sonho antigo de integração das riquezas abundantes amazônicas com tecnologias industriais avançadas. Segmentos do pólo madeireiro, cosméticos, beneficiamento de produtos como castanha e borracha, são algumas das alternativas para enraizamento.

Apesar das muitas frentes de avanço e mesmo dos tremendos desafios enfrentados, é importante que pausemos por alguns instantes para reconhecer os frutos alcançados nestes últimos quarenta anos. Dado o tremendo êxito das políticas ligadas à Zona Franca, qual seja de alcançar os paradigmas necessários ao desenvolvimento sustentável, chega a hora de alçá-la ao rol de políticas nacionais sustentáveis de grande sucesso. Neste rol hoje figuram duas já consagradas políticas: a implantação de usinas hidrelétricas como alternativa barata e limpa em todo Brasil e a experimentação com o álcool combustível. Ambas alçaram o Brasil a líder num mundo cada vez mais preocupado com emissões de carbono, mudanças climáticas e aquecimento global. O leitor desta obra chega à conclusão que a Zona Franca de Manaus é a terceira política de grande sucesso ambiental nacional, pertencente sim a este seletivo rol.





# APRESENTAÇÃO

## O Pólo Industrial de Manaus e a Proteção da Amazônia

*Alexandre Rivas*

*José Alberto da C. Machado*

*José A. Mota*

---

A DISCUSSÃO SOBRE O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA FOI, durante bastante tempo, pacífica quanto às causas, que incluíam a expansão da fronteira agropecuária, fomentada por incentivos fiscais, as rodovias, a migração e a especulação fundiária, todas inter-relacionadas (Reis e Margullis, 1991; Young, 1998). Ao mesmo tempo, foi observada uma correlação positiva entre o avanço dessa fronteira econômica na Amazônia Legal e o próprio crescimento econômico nacional, situação não mais observada, nos últimos anos, pois a taxa de desmatamento foi crescente, apesar de certa estagnação do crescimento da região (Ferreira, 2005).

Há indícios de que a nova dinâmica, pelo menos na Amazônia Oriental<sup>1</sup> ou na chamada fronteira consolidada<sup>2</sup>, está ligada ao mercado de exportação impulsionada pela alta rentabilidade de atividades, como a pecuária, a extração de madeira e a agroindústria. Por isso, recentemente, a responsabilidade pelos desmatamentos tem sido atribuída à pecuária de média e grande escala e às conseqüências decorrentes, como o corte de madeira, a construção de estradas, entre outras.

Embora existam controvérsias, é evidente que as características da estrutura produtiva predominante ou de maior efeito dinâmico local, tenham um nexo cau-

---

<sup>1</sup> Amazônia Oriental comporta os Estados do Pará, Rondônia, Mato Grosso, Tocantins, e Amapá.

<sup>2</sup> Toda fronteira é, em princípio, especulativa e deixa de ser fronteira quando o processo deixa de ter essa característica. Ao mesmo tempo, a fronteira consolidada, em verdade, não configura uma fronteira *strictu sensu*. Mas, à medida que a prática de agentes é expansionista e, no caso específico da Amazônia, tira proveito da conversão de florestas em terras agropecuárias, eles situam-se no limite da fronteira e o termo “consolidado” simplesmente, diferencia dos agentes com estratégias mais especulativas.

sal muito significativo para explicar esse processo, ao longo do tempo. Na Região, dois casos são bastante representativos: o do Estado do Amazonas e, em contraste, o Estado do Pará. No primeiro caso, o processo de aceleração da industrialização e verticalização da produção, que o Pólo Industrial de Manaus – PIM induziu, criou uma lógica que não tem o seu processo de crescimento vinculado à utilização mais intensiva da base de recursos naturais existentes, especialmente os recursos florestais. No segundo caso, como a estrutura produtiva se montou e se organizou, a partir da exploração dos recursos florestais e minerais, criou-se uma lógica perversa em que o uso da terra e seu processo de valorização estão ligados a uma sobrexploração dos recursos naturais. Implantou-se um sistema baseado na vinculação direta entre a exploração madeireira e o avanço da fronteira agropecuária.

Como conseqüência, a pressão exercida sobre a base de recursos naturais da Amazônia e o desmatamento decorrente foram completamente distintos entre esses dois Estados. A Tabela 1 corrobora tal informação, quando se comparam as contribuições médias de cada Estado para o total do desmatamento na Amazônia Legal.

*Tabela 1: Taxa de desmatamento dos Estados da Amazônia Legal entre 1985-2003.*

<i>Estados</i>	<i>Média (%)</i>
Acre	3,11
Amapá	0,41
Amazonas	4,92
Maranhão	5,76
Mato Grosso	36,17
Pará	31,60
Rondônia	13,98
Roraima	1,56
Tocantins	2,49

Portanto, o Estado do Amazonas por meio da dinâmica imposta pelo Pólo Industrial de Manaus, tem uma agregação de valor adicional a seus produtos, a princípio não intangível, relacionada ao custo evitado do desmatamento que este aglomerado produtivo tem proporcionado. Contudo, o efeito sobre o bem-estar não é apropriado só pela população local daquele Estado e, mesmo da Região Amazônica, mas gera efeitos externos que atingem indiscriminadamente a população de todo o planeta.

Não obstante tal situação, as idéias correntes visando a justificar os incentivos que as empresas recebem para se instalarem no PIM, ignoram esse efeito ambiental e centram-se em outras justificativas. Regionalmente, evoca-se a razão histórica da criação da Zona Franca de Manaus, que foi a necessidade de cobrir

custos logísticos, pela distância desta cidade, das fontes de insumos e dos grandes centros de consumo. No resto do Brasil, a idéia prevalente é a de que os incentivos econômicos destinados ao PIM têm a função, apenas, de beneficiar empresas ou grupos de empresas a melhorarem o seu desempenho econômico.

Por conta dessa visão imperfeita do assunto, várias medidas, particularmente tributárias, têm sido tomadas em benefício de alguns setores produtivos baseados no centro-sul do País, em detrimento da competitividade das empresas situadas no PIM, fragilizando essa importante dinâmica econômica na Região. Uma dessas medidas é o tratamento diferenciado do ICMS dado por grandes Estados, como São Paulo, que faz com que produtos produzidos em Manaus tornem-se relativamente mais caros nesses grandes mercados, acarretando, por isso, prejuízos para a competitividade das empresas e gerando dúvidas sobre a conveniência de suas permanências no PIM.

Num cenário de mudanças globais sérias e de aumento das responsabilidades sociais e ambientais das empresas, esse tratamento diferenciado impõe um alto custo privado ao PIM e custo social, maior ainda, para a Amazônia e para o resto do Brasil. À exceção de Rivas (1998), não há estudos empíricos que busquem mostrar qual a relação entre os níveis de desflorestamento<sup>3</sup> no Estado do Amazonas e o PIM.

Das considerações acima, é possível sintetizar o assunto de três maneiras:

- a. A primeira é a de que o PIM produz externalidades positivas para o Brasil e para o resto do mundo, ou seja, a redução na pressão para o desmatamento da Amazônia brasileira;
- b. A segunda é a de que, devido à informação imperfeita, o Governo Federal e os Governos Estaduais de outras regiões do país não internalizam todos os custos que precisam ser considerados em suas decisões, no que diz respeito ao tratamento tributário de produtos produzidos nas diferentes regiões *vis a vis* aqueles similares produzidos no PIM;
- c. A terceira é a de que os produtos produzidos no PIM não agregam, para si mesmos, nenhum valor mercadológico decorrente dessa possível virtuosidade em relação ao ambiente.

Com base nessa discussão os objetivos deste trabalho podem ser agrupados em dois níveis. No primeiro nível, busca-se:

- a. Demonstrar, empiricamente, com modelos econométricos adequados, que a estratégia de industrialização materializada no Pólo Industrial de Manaus – PIM vem contribuindo para a desaceleração do desmatamento da floresta amazônica, em particular do Estado do Amazonas;

---

<sup>3</sup> Ao longo deste estudo os termos *desmatamento* e *desflorestamento* têm o mesmo significado: ato ou efeito de desmatar.

- b. Estimar a magnitude desse efeito, de modo que se possa fazer uma aproximação razoável de qual foi a contribuição do PIM para a redução do desmatamento; e
- c. Verificar quais seriam as conseqüências ambientais de uma eventual extinção do PIM.

No segundo nível e, necessariamente como uma extensão do primeiro, busca-se:

- a. Fundamentar, a partir da estimação dessa contribuição, mecanismos de compensação ao Estado do Amazonas, pela sua participação, no processo de redução de desmatamento. Isto poderia ocorrer, por exemplo, por meio de créditos de carbono originados pela redução na emissão CO<sub>2</sub><sup>4</sup>; e
- b. Fundamentar, também, a partir dessa contribuição, as bases para uma política de agregação de valor ambiental aos produtos gerados no PIM, desde que as empresas produtoras se encaixem aos pressupostos dessa virtuosidade criada pelo Pólo.

Este estudo pretende demonstrar que o PIM tem conseguido gerar riqueza econômica, produzir melhoria social e gerar externalidades ambientais positivas. Tais externalidades geram benefícios nacionais e mundiais, pela redução de emissão de CO<sub>2</sub>, mas também pode significar ganhos monetários e pecuniários futuros, por meio da exploração de créditos de carbono pelas empresas nele instaladas.

A importância econômica que o PIM tem para a Amazônia é tão significativa que se converteu, nos últimos, em fonte de mais de 60% de todos os tributos federais arrecadados na região Norte (exceto Tocantins) do Brasil. Outros indicadores de seu significado econômico, tomando-se por base o período 2002-2007, seguem abaixo:

- O faturamento registrou crescimento de 182,22%, atingindo U\$ 25,6 bilhões;
  - Os postos de trabalho, diretamente na planta de produção, cresceram 70,63%, chegando a 102.561. Os indiretos representam em torno de 400 mil;
  - As exportações cresceram 4,04%, atingindo em torno de U\$ 1,107 bilhão;
  - As aquisições de insumos nacionais registraram incremento de 4 pontos percentuais, mesmo com depressão cambial do dólar, totalizando 51,16%
-

de tudo o que é consumido no Pólo, sendo que desse percentual 29,49% é adquirido localmente;

- Os investimentos totais referentes a projetos anuais aprovados cresceram 209,49%, chegando próximo a U\$ 3,5 bilhões;
- Os investimentos consolidados no Pólo cresceram 220,87%, chegando em torno de U\$ 6,7 bilhões;
- O total de empresas aptas a produzir cresceu 43%, chegando a 508;
- A arrecadação total, incluindo tributos federais, estaduais, municipais, taxas e contribuições, registrou crescimento de 111,52%, superando R\$ 12,4 bilhões;
- O crescimento da produção industrial foi maior em torno de duas vezes a média brasileira;
- Manteve-se responsável por 57,66%, de tudo o que a União arrecada na região Norte, exceto Tocantins; e
- Nos Estados da Amazônia Ocidental, nos anos 2003 e 2004, a média de crescimento do PIB chegou a quase 50% e do PIB per capita a quase 30%. No período 2003-2006 o crescimento médio foi em torno de 36,99% (AM cresceu 33,53; AC cresceu 49,29%; RO cresceu 34,45% e RR cresceu 33,72%) no PIB e 32,10% (AM cresceu 46,04; AC cresceu 33,40%; RO cresceu 27,25% e RR cresceu 21,73%) no PIB per capita.

Além desses, podem ser agregados os benefícios ambientais, cuja dimensão é estimada neste estudo. Todavia, apesar dos custos sociais dos desmatamentos envolverem graus de incertezas, a título de exemplo, quando uma árvore de valor comercial é derrubada, 20 outras são danificadas, resultando na abertura de várias clareiras na mata, vulneráveis ao fogo (Nepstad, 2001). Sabe-se que, além de evitar a emissão de CO<sub>2</sub>, o desmatamento provoca perdas de “serviços ambientais”, tais como:

- Perda de produtividade na agricultura, em razão do desaparecimento de abelhas polinizadoras;
- Expansão de terras sujeita a desertificação;
- Comprometimento de recursos hídricos, com possíveis efeitos sobre o clima e regime de chuvas, tanto na própria Região quanto em outros lugares como por exemplo, no Estado de São Paulo; e
- Destruição da biodiversidade com efeitos na redução de seus valorizados estoques e na irreversibilidade da perda de determinadas espécies vegetais ou animais.

Uma dinâmica econômica de tal expressão não pode ser substituída ou fragilizada de uma hora para outra. Ao contrário, deve ser preservada e potencializada, por meio de outros mecanismos extrafiscais, entre os quais a agregação de valor aos produtos, em função da possível virtuosidade ambiental que possua. Nesse sentido, uma política baseada em selo que capte esse valor imaterial e que transfira para os produtos que o ostentarem ensejando diferenciais de mercado, pode ser uma providência adequada. Hoje, os produtos produzidos no PIM já são obrigados a utilizar um selo, porém, numa lógica exclusivamente de visibilização do local de produção, sem qualquer agregação de eventuais virtudes adicionais.

Assim, além de mostrar o real efeito do PIM para evitar o desmatamento na Amazônia, particularmente no Estado do Amazonas, este estudo pode dar base à criação de um selo com qualidade nova, isto é, de transferir para o produto que o ostentar, as virtudes ambientais que o PIM, como um todo, eventualmente tiver na preservação da Amazônia.

O livro está organizado da seguinte maneira: a primeira parte contextualiza o Pólo Industrial de Manaus em relação à sua dinâmica; a segunda parte desenvolve os estudos econométricos que testam a hipótese do estudo e, finalmente, a última parte discorre sobre diferentes aspectos relativos a uma eventual extinção do Pólo e possíveis mecanismos compensatórios indicando, inclusive, uma alternativa metodológica para os produtos do Pólo.



## Parte I

# O Pólo Industrial de Manaus no Contexto Amazônico

O Pólo Industrial de Manaus é um instrumento econômico utilizado para promover o desenvolvimento da Amazônia em meados da década de sessenta. Esta parte do estudo apresenta uma caracterização sumária do Pólo Industrial de Manaus (PIM) e de seu dinamismo econômico recente num esforço deliberado de evidenciar possíveis nexos causais entre as variáveis “desenvolvimento econômico regional” e “preservação ambiental” no Amazonas.





# CAPÍTULO 1

## O Pólo Industrial de Manaus e sua Dinâmica<sup>1</sup>

*Aristides da R. Oliveira Jr.*

*José Alberto da C. Machado*

---

CONVENÇIONOU-SE DENOMINAR DE “Modelo Zona Franca de Manaus” à área de excepcionalidade fiscal que abrange diferentes arranjos institucionais-legais e graus de incentivação tributária para a jurisdição territorial, respectivamente:

- Do município de Manaus, capital do Estado do Amazonas, onde opera o Pólo Industrial de Manaus (PIM), sua principal dinâmica econômica, conforme se constatará no curso da presente exposição, bem como o comércio importador incentivado de bens de consumo estrangeiros, outrora muito relevante para a economia local, mas que perdeu sua condição de *locus* privilegiado de exclusividade em importações de bens de consumo estrangeiros, não representando atividade significativa, na atualidade;
- Dos municípios de Manaus, Rio Preto da Eva e Presidente Figueiredo, no Amazonas, onde opera o Distrito Agropecuário da SUFRAMA (DAS), com incentivos fiscais para o desenvolvimento do setor primário, o qual, em que pese alguns resultados pontuais, obtidos na implementação de projetos rurais na região do entorno de Manaus, e que abastecem parte do mercado local de frutas, hortaliças e laticínios, representa, ainda hoje, o vetor menos desenvolvido do Modelo; e
- Das Áreas de Livre Comércio (ALCs), presentes em localidades de fronteira da sub-região da Amazônia Ocidental e nos municípios de Macapá e Santana (Estado do Amapá, na Amazônia Oriental), além do restante do território dessa mesma sub-região, composta pelos Estados do Acre, Amazonas, Rondônia e Roraima.

---

<sup>1</sup> Esta seção do texto tem por principais referências OLIVEIRA Jr. et al (2006) e GARCIA (2004).

Cada uma dessas três dimensões territoriais recebe da legislação federal pertinente, diferentes níveis de incentivos tributários, baseados nos mesmos tipos de tributos, caracterizando, pois, regimes de extrafiscalidade diferenciados, mas integrados na mesma política federal. A Figura 1, abaixo, procura ilustrar essa diferenciação territorial-fiscal que caracteriza o Modelo ZFM.

*Figura 1 – O modelo ZFM: níveis de abrangência geográfico-fiscal. Amazônia Ocidental.*



Fonte e elaboração: SUFRAMA/COGEC

Para uma compreensão panorâmica da história do Modelo ZFM, em geral, e de seu pilar industrial (o PIM), em particular, é proposta aqui uma periodização marcada pelas seguintes fases:

- Fase 1: De 1957 a 1967, a fase da ZFM como mero entreposto comercial do tipo “Porto Livre”;
- Fase 2: Entre 1967 e 1975, a fase da criação de mercado interno para bens finais inéditos pela atração de empresas internacionais, majoritariamente em eletrônica de consumo, com liberdade de importação de insumos;
- Fase 3: Entre 1975 e 1990, a fase da substituição de importações em ambiente de concorrência restrita; e

- Fase 4: De 1990 até a atualidade, a fase da modernização industrial *high-tech* em ambiente capitalista internacionalizado.

### Fase 1: A criação do entreposto comercial

Na primeira etapa, a Zona Franca de Manaus (ZFM) foi criada por meio da Lei nº 3.173/195, para funcionar como um porto franco ou área de entrepostagem comercial de bens importados na área do Porto de Manaus. Esta primeira fase da ZFM não chegou a funcionar plenamente, nos dez anos que se seguiram.

### Fase 2: O nascimento do mercado interno

Nesta fase 2, o Modelo Zona Franca de Manaus, tal como hoje é compreendido, resulta da reformulação legal daquele centro de entrepostagem portuário. A partir da publicação do Decreto-Lei nº288, de 28 de fevereiro de 1967, que criou a Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) e definiu que a ZFM deveria representar “*no interior da Amazônia*”, “*um centro industrial, comercial e agropecuário no coração da Amazônia*” (Art. 1º do DL 288), cujo pilar repousaria sobre a administração de incentivos tributários a projetos produtivos agrícolas, extrativos, industriais e comerciais.

O Governo federal almejava promover, com a instalação desta área de desenvolvimento incentivada, a redução de desvantagens locais inerentes à Região (custos de transporte, como variável a ser compensada pelos incentivos tributários), pela instalação, no coração mesmo da Amazônia, de um centro de dinamismo econômico onde os três setores econômicos básicos – Agricultura, Indústria e Serviços – pudessem irradiar efeitos benéficos de encadeamento emprego-renda-demanda para toda a região do entorno.

Os marcos referenciais dessa política são econômicos e geopolíticos. Em seu viés econômico, encontram-se enraizados na filosofia do desenvolvimentismo, então em voga na América Latina, pautada, sobretudo, em políticas de substituição de importações visando à formação de um mercado interno portentoso, capaz de reduzir a dependência de bens manufaturados modernos então importados dos países capitalistas centrais, bem como promover, a partir de forte indução do Estado, uma transição acelerada da economia primário-exportadora para uma economia industrial e de serviços tecnologicamente *pari passu* com o contexto mundial. Já o enfoque geopolítico significava, no caso brasileiro, então sob pleno exercício dos governos militares pós-64, ocupar econômica e demograficamente a Amazônia, de modo a fortalecer e justificar as ações de vigilância de sua vasta fronteira com outros países amazônicos, reduzindo imaginados riscos de invasão territorial por forças estrangeiras, especialmente ligadas a movimentos políticos de esquerda.

Essa estratégia econômico-geopolítica dos governos militares para a região Norte do país concretizou-se na histórica “Operação Amazônia”, no biênio 1966-1967, a partir da qual o Poder Executivo Federal passou a administrar um conjunto de instituições e mecanismos especiais de incentivos a atividades econômicas modernas na Amazônia e à sua integração aos eixos de desenvolvimento mais dinâmicos de então, localizados no Centro-Sul do país, a saber:

- Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM (em substituição à antiga Superintendência de Valorização Econômica da Amazônia – SPVEA), com abrangência para toda a Amazônia Legal (todos os Estados da região Norte, Mato Grosso, parte do Maranhão e, mais recentemente, o Estado do Tocantins) e que administraria um incentivo tributário específico, relativo ao Imposto sobre a Renda das Pessoas Jurídicas (IRPJ), e incentivos financeiros (fomento, por meio dos recursos do Fundo de Investimento na Amazônia - FINAM) a projetos empresariais aprovados pelo seu Conselho Deliberativo, além de se encarregar do planejamento do desenvolvimento regional.
- Banco da Amazônia S.A – BASA (por transformação do antigo Banco de Crédito da Amazônia que por sua vez havia sido transformação do Banco de Crédito da Borracha), agente financeiro de fomento a projetos públicos e privados de cunho econômico, administrando o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte – FNO; e
- Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA, instituição completamente criada especificamente para administrar uma Zona Franca de Manaus de formato inteiramente distinto do original, com todos os seus componentes, isto é:
  - a. concessão/venda de lotes para uso agropecuário e industrial, respectivamente, no Distrito Agropecuário da SUFRAMA (DAS), localizado entre os municípios de Manaus e Rio Preto da Eva (AM), e no Distrito Industrial de Manaus;
  - b. concessão de incentivos (redução, suspensão e isenção) vinculados a tributos federais e estaduais incidentes sobre a produção e a comercialização de bens, a saber, o Imposto sobre Produtos Industrializados (I.P.I.), o Imposto de Importação (I.I.), na esfera federal, e o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), na esfera do Estado do Amazonas; e
  - c. controle de mercadorias nacionais e importadas que adentrassem na região da Amazônia Ocidental, já que estas, se destinadas a consumo interno ou industrialização, seriam beneficiadas com os incentivos antes mencionados (Decretos-Lei nº 356/1967 e 1.435/1975).

Ainda nessa segunda fase, o mercado brasileiro de bens de consumo duráveis apresentava porte ainda modesto, mas razoavelmente aberto a importações. Em Manaus, qualquer indústria que viesse a se instalar sob a égide da ZFM não encontraria fortes barreiras, por exemplo, à importação de insumos. Mesmo assim, o Distrito Industrial recebeu poucos projetos industriais nesse período, parte deles de capital nacional e pequeno porte. Tanto o setor comercial quanto o primário não experimentaram desenvolvimento significativo nessa época.

### Fase 3: O mecanismo de substituição de importações

No período entre 1975 e 1990, na fase da substituição de importações em ambiente de concorrência restrita, ocorreram os dois “choques do petróleo” e a conseqüente explosão da dívida externa brasileira, fatores que terminariam compelindo o Governo federal a ajustar as políticas industriais e de comércio exterior, fechando o mercado interno pela via do contingenciamento de importações, tanto para revenda quanto para a industrialização. Somente Manaus, por meio dos incentivos fiscais ao comércio importador, manteve o privilégio de distribuir bens de origem estrangeira, ainda que contingenciados por limite de quotas individuais ou de casal disponibilizadas para turistas e administradas pela SUFRAMA. Isso motivou uma corrida de turistas brasileiros a Manaus, para adquirir bens importados (especialmente artigos de vestuário, eletrônicos de entretenimento, câmeras fotográficas, relógios, etc.), movimento que promoveu uma intensa circulação de riqueza na sociedade local, somente vindo a se esgotar após a abertura comercial de 1990.

Somente na segunda metade da década de 70, Manaus passaria a albergar um quantitativo de indústrias expressivo. Considerando um mercado nacional fechado às importações e uma indústria nacional abrigada da competição de concorrentes estrangeiros sob uma política de protecionismo intensa, o corolário previsível foi a generalização de sistemas de produção fabris caracterizados pela intensividade no uso do fator trabalho e demonstrando reduzida produtividade. Essa foi a fase que marcou a política nacional de informática, cujo *leitmotiv* residia no estímulo à criação e à consolidação de uma indústria nacional de bens de informática de marca e capital brasileiros.

Nessa fase, a lógica de suporte do PIM continuou a ser de substituição de importações, mas agora calcada no acolhimento de projetos produtivos que contemplassem o cumprimento legal de *índices de nacionalização* elevados na aquisição de insumos, desestimulando as compras de insumos do mercado externo e estimulando a intensificação no uso da mão-de-obra. Grande parte das indústrias incentivadas, hoje operantes em Manaus, inclusive de marcas internacionais, se implantaram nessa época, especialmente nos segmentos de eletrônica de consumo (TVs, rádio-relógios, aparelhos de som, etc.), veículos de duas rodas (motocicletas e bicicletas), relógios, brinquedos, etc.. Toda uma rede de fornecedores de mate-

riais e componentes (subconjuntos eletro-eletrônicos, plásticos, metais, borracha, embalagens de papel e papelão, etc.), destinada a dar suporte às fábricas de bens finais, também se instalou no Distrito Industrial, principalmente de capital nacional e regional.

No que tange à interiorização do modelo ZFM, nesta fase 3, a sua legislação reguladora (DL 1.435/1975) estabeleceu a extensão de alguns de seus benefícios tributários ao território da Amazônia Ocidental (Acre, Amazonas, Rondônia e Roraima) e a criação de Áreas de Livre-Comércio, entre o final dos anos 80 e o início dos anos 90, em alguns dos municípios situados em sua faixa de fronteira. O intuito geral desse vetor da política visava a reduzir as disparidades inter-regionais de custo de vida então experimentadas pelas suas populações, além de estimular as atividades agrícolas, extrativas e agroindustriais nas localidades interioranas, e que beneficiassem insumos tipicamente regionais, embora apenas de origem vegetais e destinados ao consumo interno da Região. A SUFRAMA também recebeu a incumbência de aplicar parte de seus recursos próprios em infra-estrutura econômica de apoio à produção (transportes, armazenagem, eletrificação, máquinas e equipamentos, etc.) nesses Estados, ação que, conforme se constatará no item seguinte, representou contribuição relevante à montagem de uma infra-estrutura econômica regional mínima.

Data do final dessa fase (1988), a primeira prorrogação do prazo de vigência da ZFM (prevista, pela legislação inicial, para durar apenas 20 anos, até 1987), para o ano de 2013, além da inclusão, na Constituição Federal de 1988, de um dispositivo de proteção constitucional ao modelo, no Artigo nº40 dos Atos das Disposições Constitucionais Transitórias (ADCT).

#### Fase 4: A modernização industrial e a alta tecnologia

De 1990 até a atualidade, é a fase da modernização industrial *high-tech* em ambiente capitalista internacionalizado, marcada por dois fatos de ruptura com o contexto anterior. O primeiro foi a abertura comercial brasileira promovida em 1990 e suas conseqüentes políticas industriais focadas em produtividade e qualidade; o segundo, a política de estabilização monetária do período 1993/1994, o Plano Real.

Subitamente, o mercado brasileiro encontrava-se aberto às importações, e a indústria nacional exposta à competição com similares importados de conteúdo tecnológico claramente superior. No curto prazo, isso surtiu um efeito deletério sobre parcelas significativas da indústria nacional, resultando no encerramento de atividades de segmentos fabris inteiros no território nacional, a exemplo dos de brinquedos e de relógios, este último, hoje sobrevivendo, apenas em Manaus, graças aos incentivos da ZFM. Os segmentos fabricantes de bens intermediários e componentes foram especialmente atingidos pela abertura comercial, *vis a vis* sua incapacidade competitiva frente a similares importados.

O comércio importador, também, constituiu vítima preferencial do processo de abertura. Diferentemente dos segmentos industriais de bens intermediários e componentes, que voltariam a recuperar parte de sua competitividade e representatividade no PIM, nos anos 2000, o comércio importador de Manaus não conseguiu se recuperar até os dias atuais, em face de não apresentar porte e escala de compras competitiva frente às cadeias e ao varejo nacionais, assim como em decorrência de maiores custos impostos pela logística regional de transportes, armazenagem e despacho aduaneiro.

A indústria incentivada de Manaus, sofrendo as conseqüências da abrupta competição externa, conseguiu, junto ao Governo federal e ao Congresso Nacional, a alteração da legislação reguladora da ZFM, visando a adequá-la à nova realidade. A Lei nº 8.387/1991 trouxe como principais inovações:

- A mudança do critério de acompanhamento do *nível* de industrialização praticado pelos projetos incentivados em Manaus, do antigo Índice de Nacionalização, para o Processo Produtivo Básico (PPB), cuja lógica foi estabelecer, por meio de Portarias Interministeriais, o conjunto mínimo de etapas que permitiriam caracterizar um efetivo processo de industrialização, com agregação de valor, mas, agora, com ampla liberdade de aquisição de materiais, insumos e componentes de quaisquer fontes, inclusive importadas; essa mudança foi regulamentada pelo Decreto nº 783/1993, e a SUFRAMA recebeu a incumbência legal de fiscalizar o cumprimento dos PPB's constantes nos projetos industriais aprovados, junto ao seu Conselho de Administração (CAS), do mesmo modo como, antes, fiscalizava o cumprimento dos Índices de Nacionalização;
- Sob inspiração do Programa Nacional de Qualidade e Produtividade (PNQP), instituído pelo Governo federal para infundir parâmetros internacionais de competitividade e qualidade no segmento empresarial nacional, o estabelecimento de critérios de garantia da qualidade dos produtos fabricados com os incentivos fiscais da ZFM, pela obrigatoriedade de implantação de sistemas de normalização ISO 9000 nas empresas, exigência também fiscalizada pela SUFRAMA;
- Estabelecimento de obrigatoriedade da aplicação de parte do faturamento bruto das indústrias produtoras de bens de informática em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), com distribuição desse percentual, parte para aplicações dentro de projetos tecnológicos das próprias empresas, parte em projetos científicos e tecnológicos do sistema regional de Ciência, Tecnologia & Inovação (C, T & I); considerando que os mesmos incentivos fiscais da ZFM foram estendidos às indústrias de bens de informática do resto do Brasil, por meio das Leis nº8. 248 e 8.587, de 1991. As mesmas contrapartidas para usufruto desses incentivos passaram a ser exigidas dessas empresas, ou seja, obrigatoriedade de cumprimento de PPB e de aplicação de parte do faturamento bruto em projetos de P&D, cabendo ao Ministério da Ciência & Tecnologia fiscalizar o cumprimento de ambas as contrapartidas.

Diante dessas mudanças no marco regulatório de suporte da ZFM, a indústria incentivada de Manaus promoveu, nos quatro anos que se seguiram, radical alteração na função-produção por ela praticada, transitando-a da intensificação do uso de mão-de-obra para o aumento no uso dos fatores capital e tecnologia, um esforço de modernização cuja velocidade e profundidade encontram poucos paralelos na história industrial brasileira recente.

Nos primeiros anos desse processo de reconversão industrial da ZFM, a quantidade de mão-de-obra direta foi bastante reduzida, mas, por outro lado, a qualidade e as condições dos empregos restantes melhoraram substantivamente, além de se ter promovido um legítimo salto de produtividade. A lógica de suporte do paradigma fabril em Manaus deixou de ser, portanto, a mera substituição de importações, passando a contemplar as referências de competitividade em nível internacional, em preço, qualidade e serviços, ao tempo em que o perfil fundamental do PIM, como espaço de polarização de segmentos industriais *high-tech*, se consolidou.

O advento do Plano Real (1993-1994), que propiciou a estabilização do valor da moeda nacional e a expansão do crédito ao consumidor, trouxe, como principal impacto, à indústria, de modo geral, a rápida e forte ampliação do mercado de bens de consumo duráveis, abastecido, tanto pelas crescentes importações em quantidades livres quanto pelo acelerado crescimento da oferta das fábricas nacionais, em particular, eletrodomésticos, eletrônicos de consumo e entretenimento (TV's, videocassetes, aparelhos de som, etc.) e veículos (carros e motocicletas).

No caso do Pólo Industrial de Manaus, cujo irremediável fim as previsões mais pessimistas do início dos anos 90 haviam decretado, o período de 1993 a 1996 representou um legítimo renascimento, impulsionado, não apenas, pelo salto experimentado na demanda, como pela modernização em marcha acelerada imposta ao chão de fábrica, com maciças importações de máquinas, equipamentos, insumos e componentes de conteúdo tecnológico embarcado superior. Se, por um lado, o faturamento global das indústrias incentivadas de Manaus também experimentou um salto significativo, as importações acompanharam este movimento, contribuindo parcialmente para o desequilíbrio da balança comercial brasileira que passaria a ser crônico nos anos seguintes. A Tabela 1, a seguir, procura ilustrar todo este quadro dinâmico geral da reconversão industrial que marca o início da quarta fase da ZFM.



Tabela 1 – A reconversão industrial na ZFM, em números (1990/1996).

Indicadores	Anos							Evolução 1990/1996 (%)
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
1. Faturamento (em US\$ milhões)	8.379,22	5.984,26	4.542,76	6.635,72	8.818,20	11.766,56	13.266,06	58,32
2. Mão-de-Obra Direta (empresas)	76.798	58.875	40.361	37.734	41.477	48.761	48.494	-36,86
3. Importação (em US\$ milhões)	715,12	728,98	672,75	1.275,98	1.841,55	2.823,26	3.186,86	345,64
4. Exportação (em US\$ milhões)	61,78	62,46	115,13	97,27	114,57	101,76	105,31	70,47
5. Balança Comercial (em US\$ milhões)	-653,34	-666,53	-557,62	-1.178,71	-1.726,97	-2.721,50	-3.081,55	-371,66

Fonte: Suframa/SAP/CGPRO/COISE (2008)

Obs.: A mão-de-obra direta corresponde à média mensal de pessoas que trabalham nas indústrias ao longo de cada ano.

Em resposta a este novo cenário, tornou-se estratégica a implementação de uma política, por parte da SUFRAMA, que integrasse três grandes vetores de ação essenciais, a saber:

- O adensamento das cadeias produtivas dos bens fabricados com incentivos em Manaus: esforços mais sistemáticos de atração de novos produtores, especialmente estrangeiros, em bases competitivas, passaram a ser realizados, viabilizando a formação, em Manaus, de um significativo parque de fabricantes de insumos e componentes que integram as cadeias produtivas dos produtos considerados carros-chefe da produção do PIM (televisores, telefones celulares, motocicletas, DVDs, aparelhos de som, etc.). Também integra essa linha de ação, os pesados esforços de promoção e investimento em Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I), capitaneados pela SUFRAMA, com base em financiamentos com recursos de P&D previstos nas Leis de Informática e com recursos do seu orçamento próprio, agora inseridos como item regular de sua agenda institucional, e realizados, em parceria com instituições de pesquisa locais, públicas e privadas no sentido de forjar um sólido sistema de C, T & I que suportasse a competitividade da produção empresarial *high-tech* e que explorasse, não somente competências tecnológicas básicas e avançadas já disponíveis na cena internacional, como também fronteiras de inovação (microeletrônica e biotecnologia em destaque).
- A internacionalização da indústria local, adotando mecanismos de estímulo às exportações (já que o mercado brasileiro deixou de ser o único alvo das indústrias incentivadas de Manaus) e de programas de promo-

ção comercial e de cooperação internacional, que resultariam, a partir de 2002, na realização, em calendário regular, da Feira Internacional da Amazônia (FIAM), na participação ativa em rodadas de negociações comerciais bilaterais e multilaterais e na participação em feiras estrangeiras de produtos, missões comerciais lideradas ou pelos governos estaduais da área do Modelo ou pelo Itamaraty.

- A interiorização e o enraizamento dos resultados do desenvolvimento na Amazônia Ocidental, por meio da aplicação dos recursos próprios da SUFRAMA, gerados a partir da arrecadação de sua Taxa de Serviços Administrativos (TSA) das indústrias do PIM, em infra-estrutura socioeconômica de apoio a projetos produtivos de cunho empresarial ou cooperativo, com foco no aproveitamento dos recursos naturais amazônicos.

### O desempenho econômico atual do PIM e seus benefícios regionais

A trajetória da ZFM, enquanto modelo de desenvolvimento regional, de 1967 até a atualidade, indica claramente a pertinência de se avaliar os benefícios regionais por ela gerados, com base em duas dinâmicas interligadas: (a) indicadores de desempenho das indústrias incentivadas (série histórica 2000-2007); e (b) os efeitos de encadeamento de emprego-renda-demanda gerados a partir do PIM para Manaus e para o Estado do Amazonas, com base na aplicação dos recursos próprios da Taxa de Serviços Administrativos (TSA), arrecadada sobre o valor das importações realizadas pelas indústrias do PIM, em projetos produtivos e em investimentos de infra-estrutura econômica e científico-tecnológica, com abrangência para toda a sua jurisdição territorial (Amazônia Ocidental e Área de Livre Comércio de Macapá e Santana - ALCMS).

O PIM, agora na qualidade de modelo de produção regional formado por indústrias *high-tech*, apresentou, nos anos recentes, desempenho expressivo, não só como decorrência da dinâmica empresarial e de mercado em si, mas também como resultado das políticas de adensamento de cadeias produtivas e promoção comercial dos últimos dez anos. Verifica-se, a partir dos dados dispostos na Tabela 2 (ao lado), alguns fatos analíticos que revelam o comportamento do PIM, no período de 2000 a 2007.

### Investimentos

A política de incentivos do modelo Zona Franca de Manaus atraiu para o PIM cerca de 500 companhias, grande parcela delas, filiais de multinacionais dotadas de marcas mundialmente conhecidas (Nokia, Coca-Cola, Honda, Gillette, Harley Davidson, Sony, Philips, Panasonic, entre outras), todas as empresas de alta tecnologia que, juntas, representam investimentos estrangeiros acumulados superiores a US\$ 6,7 bilhões (Sufrema, 2008).

Tabela 2 – O pólo industrial de Manaus, em números (2000–2007)

Indicadores	Unidades	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Var. %
1. PIB (AM)	R\$ 1.000,00	18.873.000,00	20.736.000,00	21.791.000,00	24.977.000,00	30.314.000,00	33.359.000,00	39.166.000	ND	76,76
2. PIB per capita (AM)	R\$ / pessoa	6.625,00	7.086,00	7.253,00	8.100,00	9.658,00	10.320,00	11.829,00	ND	55,77
3. Faturamento	US\$1.000,00	10.392.606,88	9.130.863,52	9.104.766,46	10.531.230,30	13.961.238,00	18.964.109,11	22.858.368,67	25.677.762,31	147,08
4. Grau de regionalização das compras de insumos	%	22,73	24,52	27,75	29,25	32,36	32,57	31,90	29,47	29,65
5. Balança Comercial	US\$1.000,00	-2.283.848,10	-1.872.635,70	-1.557.933,00	-1.998.399,20	-2.674.100,50	-2.741.879,50	-4.439.282,20	-5.244.586,20	-129,64
5.1. Exportações	US\$1.000,00	741.625,60	829.042,10	1.025.799,20	1.224.940,00	1.084.893,60	2.021.195,50	1.483.954,00	1.041.043,20	40,37
5.2. Importações	US\$1.000,00	3.025.473,70	2.701.677,80	2.583.732,20	3.223.339,20	3.758.994,10	4.763.075,00	5.923.236,20	6.285.629,40	107,76
6. Empregos Diretos	Pessoas	50.003	54.762	57.823	64.969	79.380	89.224	98.194	98.244	96,48
7. Arrecadação tributária total	R\$1.000,00	4.074.834,24	4.895.023,96	5.896.974,77	6.441.889,00	8.448.617,00	9.413.065,00	10.987.232,46	12.502.010,94	206,81
7.1. Federal	R\$ 1.000,00	2.199.572,00	2.721.307,00	3.256.135,00	3.749.196,00	5.187.712,00	5.707.905,89	6.770.302,18	7.838.798,94	256,38
7.2. Suframa (TSA).	R\$ 1.000,00	139.300,00	122.119,00	133.092,00	156.051,00	192.306,00	211.693,20	240.266,67	245.028,38	75,90
7.3. Estado do Amazonas (ICMS recolhido)	R\$ 1.000,00	1.434.323,00	1.689.268,00	2.075.957,00	2.345.522,00	2.778.634,00	3.204.904,00	3.595.951,86	3.991536,53	178,29
7.4. Município de Manaus (IPTU + ISS + Taxas)	R\$ 1.000,00	301.639,24	362.329,96	431.790,77	191.120,00	289.965,00	288.562,82	380.711,74	426.647,10	41,44

Fontes de dados:

Itens 1 e 2: IBGE (2008).

Itens 3 a 7: SUFRAMA/SAP/CGPRO/COISE.

Elaboração própria.

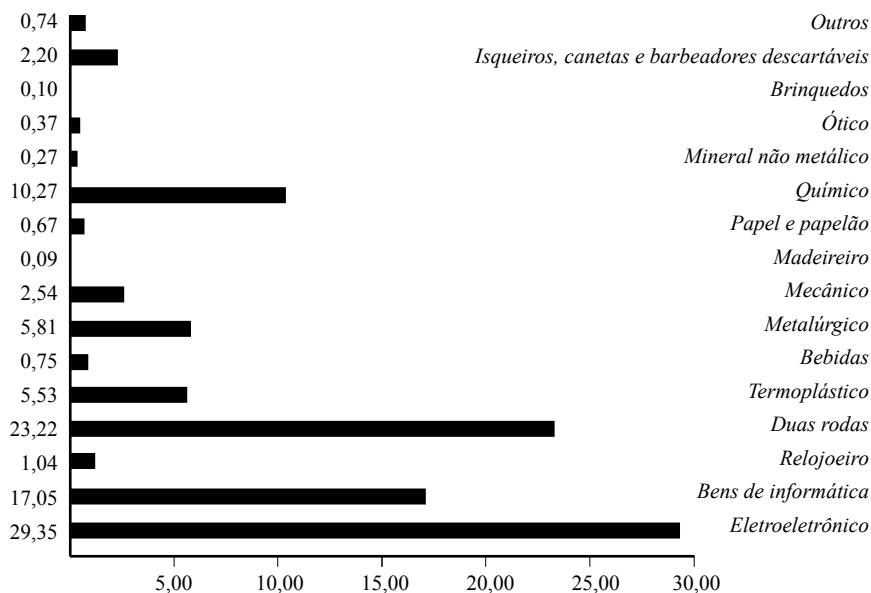
## Desempenho Comercial das Indústrias Incentivadas

O faturamento conjunto das empresas incentivadas atingiu valor superior a US\$ 25,0 bilhões, representando um crescimento de 147,08%, em relação a 2000. Em 2007, nada menos que 69,62% desse faturamento total se concentrava em, apenas, 03 (três) subsetores:

- Eletroeletrônico (29,35%), que inclui artigos da eletrônica de consumo e entretenimento (TVs em cores, aparelhos de DVDs, áudio, etc), eletrodomésticos (condicionadores de ar e fornos de microondas) e materiais/componentes elétricos e eletrônicos (placas de circuito impresso, cabos elétricos, transformadores, etc);
- Veículos de Duas Rodas (23,22%), que abrangem a produção de motocicletas e bicicletas, em alguns casos, com elevado grau de verticalização e formação de *cluster* (o caso da Moto-Honda e de sua constelação de fornecedores); e
- Bens de Informática (17,05%), envolvendo a fabricação de telefones celulares (o carro-chefe absoluto do segmento), monitores de computação, microcomputadores e periféricos, etc;

Os 30% restantes do faturamento encontram-se pulverizados ou por segmentos, como Químico, Termoplástico, Metalúrgico e Mecânico, tipicamente fornecedores de materiais, componentes, partes e peças para as indústrias de bens finais ou por subsetores, que respondem por bens de consumo finais de menor expressão econômica relativa (ex: Barbeadores Descartáveis, Canetas, Isqueiros, Relógios, entre outros).

Figura 2 – Faturamento do PIM por subsetores de atividade em 2007.



Fonte: SUFRAMA/SAP/CGPRO-COISE (2007). Elaboração própria.

Quando a análise se volta para os mercados de destino de todo esse faturamento comercial, constata-se que a quase totalidade, ou seja, 95,95% se direciona ao mercado interno, dos quais 79,01% para fora do PIM e 16,94% para consumo do próprio PIM; os restantes 4,05% foram dirigidos ao mercado exterior, mas tais dados exigem uma qualificação.

Um olhar criterioso sobre a trajetória do PIM, tal como delineada na seção anterior, demonstra claramente que o Modelo ZFM não foi concebido visando a exportar, e sim abastecer o mercado brasileiro, o que constituiu vetor de orientação precípua das decisões de investimento concretizadas em Manaus. Importa perceber, ainda, que, na qualidade de política de desenvolvimento regional, alinhada ao modelo de substituição de importações para fortalecimento do mercado interno brasileiro, por meio da implantação de fabricantes de bens de consumo inéditos ou de produção à época inexpressiva no Brasil, a ZFM, certamente, permitiu ao País economizar significativo volume de divisas, que, de outro modo, seria consumido na importação de bens similares estrangeiros para abastecer as crescentes demandas da emergente classe média nacional, por, pelo menos, um razoável período de tempo.

Seja como for, seria de se esperar que, a partir do desequilíbrio agudo experimentado pela balança comercial brasileira no período pós-abertura comercial, e das crises cambiais atravessadas pelo país até o início dos anos 2000, todo o esforço das políticas industriais se concentrassem em promover e facilitar o esforço exportador nacional. Assim, o PIM se converteria em um dos alvos preferenciais desse esforço.

Desse modo, ações regulares de promoção comercial, por parte da SUFRAMA e do Governo do Amazonas, o que se mostraria bem mais relevante, estratégias mercadológicas de algumas companhias para produtos específicos, conseguiram promover uma significativa mudança no patamar exportador do PIM. Tanto que suas exportações cresceram aceleradamente no período 2001-2005, saltando de uma base de US\$ 830 milhões para mais de US\$ 2,0 bilhões. Tal crescimento, no entanto, repousaria concentrado, quase que exclusivamente, em um único produto: telefones celulares – exportados por uma empresa somente – a Nokia – para atender à demanda do NAFTA (EUA, México e Canadá), em complementação à produção de sua outra unidade fabril sediada em Reynosa (México), na época, em fase de ampliação. Em 2005, só os telefones celulares da Nokia de Manaus responderam, sozinhos, por mais de 50% das exportações globais do PIM, i.e., algo próximo a US\$ 1,0 bilhão.

Em 2006, entram em operação as novas instalações da Nokia em Reynosa, como resultado da ampliação de sua fábrica lá sediada, e, no período 2006-2007, as exportações de celulares da Nokia de Manaus decrescem substancialmente, promovendo significativa queda nas exportações do PIM. Apesar da transferência de linhas para o México, esta empresa continuou sendo a maior exportadora do PIM nos últimos 3 anos. Pode-se supor, portanto, que parte da produção de alguns modelos destinados a abastecer o NAFTA, antes produzidos em Manaus, tenha sido deslocada para lá. Dois fatores teriam concorrido para essa decisão empresarial: (1) as deficiências crônicas do sistema logístico regional, com destaque para os processos de despacho aduaneiro prejudicados por greves recorrentes de fiscais da Receita Federal e do Ministério da Agricultura, além do descompasso observado entre o *timing* da geração dos maiores volumes sazonais de cargas para exportação e a disponibilidade de espaço nos aviões cargueiros; e (2) a desvalorização progressiva do dólar, frente ao Real, já a partir de 2004, reduzindo o ganho antes apurado nas exportações.

Essa acentuada queda nas exportações do PIM se deu a despeito do desempenho exportador crescente de outros bens aqui produzidos, tais como, motocicletas, mas em patamares de valor muito menos expressivos – em 2000, o segmento de duas rodas exportou US\$ 66,8 milhões; em 2001, US\$ 74,4 milhões; em 2002, US\$ 91,0 milhões; em 2003, US\$ 138,8 milhões; em 2004, US\$ 199,6 milhões; em 2005, US\$ 218,9 milhões; em 2006, US\$ 256,1 milhões; e em 2007, US\$ 267,9 milhões. A composição da pauta exportadora do PIM, em 2007, está demonstrada na Tabela 3, ao lado.

Tabela 3 – Exportações do PIM, em 2007.

<i>Ranking</i>	<i>Produtos</i>	<i>US\$ FOB</i>	<i>%</i>
1º	Telefones celulares	300.424.443,00	28,86
2º	Motocicletas	267.031.350,00	25,65
3º	Concentrados para refrigerantes	187.630.625,00	18,02
4º	Produtos para barbear (aparelhos + lâminas + cartuchos)	73.298.480,00	7,04
5º	TV em cores (cinescópios + plasma + LCD)	50.282.491,00	4,83
6º	Set-top boxes	32.640.946,00	3,14
7º	Produtos Madeireiros	14.898.068,00	1,43
8º	Auto-rádios e aparelhos de áudio	13.789.055,00	1,32
9º	Monitores de informática (com cinescópio + LCDs)	4.709.704,00	0,45
10º	Aparelhos de DVD (gravadores/ reprodutores)	3.496.626,00	0,34
11º	Cinescópios para TV	3.189.608,00	0,31
12º	Outros	89.651.762,00	8,61
	<i>Total</i>	<i>1.041.043.158,00</i>	<i>100,00</i>

Fonte: SUFRAMA/SAP/CGPRO-COISE (2008)

De outro lado, as importações do PIM continuam em patamar elevado, representando, em 2007, 48,85% das aquisições de insumos do PIM inteiro. A Tabela 4 demonstra os 10 itens mais representativos da pauta de importações do PIM, em 2007. Observe-se que, ao contrário da pauta de exportações do PIM, as importações são bem mais pulverizadas em termos de distribuição de valores, assim como estão quase que integralmente concentradas em aquisições de insumos eletroeletrônicos (à exceção de estireno, usado na produção de Poliestireno – PS, como matéria-prima do subsetor de transformação plástica).

Tabela 4 – Importações do PIM, em 2007.

<i>Ranking</i>	<i>Produtos</i>	<i>US\$ FOB</i>	<i>%</i>
1º	Dispositivos de cristais líquidos (LCD)	843.127.685,86	13,41
2º	Outras partes p/ apars. Recept. Radiodifusão, televisão, etc.	779.464.823,68	12,40
3º	Tubos catódicos p/ recept. De televisão a cores, etc.	300.085.848,70	4,77
4º	Outros circuitos integrados e microconjuntos eletrônicos	299.503.684,23	4,76
5º	Outras partes e acess. para motocicletas incl. ciclomotores	251.803.714,42	4,01
6º	Circuitos montados, próprios para montagem em superfície. (SMD – “surface mount device”)	198.859.993,51	3,16
7º	Outras partes e peças eletro-eletrônicas	184.269.124,94	2,93
8º	Circuito impresso	157.609.863,91	2,51
9º	Conjuntos cabeça-disco de unidade de disco rígido, montados	137.650.492,28	2,19
10º	Estirenos	133.138.795,05	2,12
11º	Platina em formas duplas ou em pó	115.983.780,28	1,85
12º	Outras partes p/ apars. Radiotelecomando/câmeras tv/ vídeo	110.159.028,89	1,75
13º	Circuitos do tipo CHIPSET	108.181.668,96	1,72
14º	Resto das importações	2.665.790.895,29	42,41
	<i>Total</i>	<i>6.285.629.400,00</i>	<i>100,00</i>

Fonte: SUFRAMA (2008)

Elaboração própria.

O grau de nacionalização dos insumos industriais demandados pelas empresas incentivadas (isto é, o valor das aquisições de insumos nacionais sobre o total de insumos adquiridos, seja originado do próprio PIM, seja de outros estados da federação) se elevou consistentemente de 44,98%, em 2000 para 51,15%, em 2007, enquanto que o grau de regionalização (ou seja, a aquisição de insumos oriundos somente do PIM sobre o total das aquisições de insumos) saltou de 22,77%, em 2000 para 29,47%, em 2007. O significado desses dados é o de que as cadeias industriais locais estão progressivamente mais verticalizadas, o que remete aos efeitos observados das políticas de adensamento dessas cadeias de fornecimento promovidos pela SUFRAMA e pelo Governo do Amazonas, nos últimos anos. Em 2003, por exemplo, o Governo estadual modificou substancialmente a legislação de incentivos de ICMS para tornar mais atraente a produção de componentes e bens intermediários no PIM.



### *Empregos Diretos e Indiretos*

Em 2007, os empregos diretos atingiram, considerando a média mensal de todas as empresas operantes no PIM, 98.244 postos de trabalho, expressando um incremento de 96,48%, em face do ano de 2000, quando esta mal passava das 50 mil pessoas empregadas. Os empregos indiretos, espalhados no sistema produtivo formado por empresas de apoio ao Pólo, particularmente em serviços, são estimados em cerca de 450 mil postos de trabalho. Observe-se que, comparados aos 90 mil funcionários que o PIM empregou em 1990, período no qual a função-produção das empresas incentivadas de Manaus era intensiva em mão-de-obra, isto significa a superação daquele patamar de geração de empregos anterior ao período da reestruturação dos anos 90, desta feita de modo extensivo (menos funcionários empregados, mas com um número de empresas maior). Outra diferença a ser salientada é a qualidade dos postos laborais ofertados, hoje exigindo qualificação bem mais elevada e dotados de pacotes de benefícios e remuneração superiores aos disponibilizados no passado. O salário médio dos empregados do PIM, por exemplo, foi de US\$ 346,89 em 2000 para US\$ 631,85 em 2007, traduzindo um incremento de 82,15% ao longo da série.

### *Benefícios Macroeconômicos: PIB, PIB per capita e VTI.*

A análise dos dados das Contas Regionais do IBGE, para o período 2000-2005 (IBGE, 2008), no Estado do Amazonas, em especial no que se refere à evolução do PIB estadual e municipal, do PIB *per capita* e do Valor de Transformação Industrial (VTI), em comparação com os de outros estados da federação, permite extrair três conclusões:

- O PIB do Estado cresceu a taxas significativas, no período 2000-2005 (76,76%), mas, em termos de participação no PIB nacional, ainda se revela inexpressivo – em 2005, último ano disponível da série, representava apenas 1,6% do PIB brasileiro, ficando atrás, na região Norte, do Estado do Pará, o qual participa com 1,8%.
- O PIB do Estado experimenta dois tipos de concentração, *setorial* e *geográfica*. Setorial, pois a indústria de transformação do Amazonas participou sozinha, com 35,7% do PIB estadual, em 2005, um padrão totalmente dispare frente ao encontrado nos demais estados da região Norte, nos quais o setor secundário apresenta-se pouco representativo. Quando se observa o Índice de Gini, calculado pelo IBGE para avaliar a distribuição do PIB setorial nos estados, se constata que o PIB industrial apresenta um índice de 0,97, ao passo que o PIB do setor de serviços alcança índice de 0,85. Geográfica, pois o município de Manaus gerou, em 2005, sozinho, um PIB de R\$ 27,214 bilhões e um PIB *per capita* de R\$ 16.547,00, cerca, respectivamente, de 81,6% do PIB estadual (R\$ 33,359 bilhões em 2005) e uma renda per capita mais de 60% superior àquela observada

no Estado como um todo (média de R\$ 10.320,00). Com isso, Manaus se firmou como o município de maior PIB na região Norte inteira, em 2005, resultado direto do dinamismo econômico gerado a partir do PIM, que engloba um crescente setor de serviços na capital, para aproveitar oportunidades de aplicação de parte da renda gerada, além de uma massa significativa de investimentos públicos em infra-estrutura urbana, resultante da situação superavitária das finanças públicas estaduais e municipais.

Para efeito de comparação, tome-se o caso específico do município de Coari, ranqueado em segundo lugar na geração de riquezas no Estado, em 2005, apresentando um PIB municipal de R\$ 980,17 milhões e um PIB *per capita* de R\$ 11.626,00, isto é, apenas 2,94% do PIB do AM e com renda *per capita* apenas 12,7% superior à renda *per capita* média do Estado. No caso desse município, que se distancia sobejamente em relação aos números de todos os demais municípios representativos do Estado (Parintins, Itacoatiara, Tefê, Manacapuru, etc.), o maior deles apresentando um PIB que não ultrapassou a casa dos R\$ 455 milhões em 2005) a variável explicativa reside toda no funcionamento do complexo de exploração de petróleo e gás da Petrobras na Bacia de Urucu.

- Outro indicador que destaca o município de Manaus, como beneficiário direto e principal do dinamismo econômico do PIM, é o seu Valor Adicionado Bruto (VAB) oriundo da indústria de transformação – R\$ 11,3 bilhões, que, segundo os dados de 2005 do IBGE, o coloca como o quarto município brasileiro em criação de riqueza originada na indústria, atrás de São Paulo (R\$ 52,6 bilhões), Rio de Janeiro (R\$ 13,7 bilhões) e Campos dos Goytacazes-RJ (R\$ 12,9 bilhões). Entretanto, quando se observa a lista dos 100 municípios brasileiros com maior renda per capita, Manaus aparece muito distante do último lugar, pertencente ao município de Pirajuba (MG), com PIB per capita de R\$ 31.372,00, em 2005, o que reflete a relação entre a existência de alguma atividade econômica relevante no município *versus* uma reduzida população.

Tais dados, na verdade, sugerem que, apesar da massa de riqueza criada em Manaus pela indústria de transformação, o coeficiente de apropriação dessa renda gerada é muito reduzido ou, dito de outra forma, ocorrem fortes “vazamentos” da renda criada em Manaus para outras localidades do Brasil e do exterior, tais como transferências de lucros empresariais das subsidiárias fabris do PIM para suas matrizes, a aplicação externa de recursos financeiros de residentes locais, etc. O desafio que se interpõe ao futuro do PIM parece repousar na capacidade de internalizar, enraizar, a renda por ele gerada, o que demanda estratégias de desenvolvimento regionais realmente especiais.

### *Finanças Públicas: Arrecadação e Renúncia de Tributos*

Em 2007, a arrecadação de tributos (impostos, contribuições e taxas), tanto federal quanto estadual e do município de Manaus, atingiu cerca de R\$ 12,5 bilhões, traduzindo um crescimento de 206% no período 2000-2007. Entre outros fenômenos, destaque-se que só a arrecadação de tributos federais posiciona o Estado do Amazonas (e, mais especificamente ainda, Manaus) como responsável por cerca de 65% de toda a arrecadação tributária federal na 2ª Região Fiscal, composta por todos os estados da região Norte, exceto Tocantins. Também chama a atenção o fato de que a relação entre a arrecadação promovida pelo Modelo ZFM como um todo e a renúncia tributária por ele praticada gera um indicador cujo valor foi de R\$ 1,15 arrecadado para cada R\$ 1,00 renunciado, o que revela o fato de que, apesar dos incentivos fiscais, o Modelo apresenta contribuição superavitária às contas públicas nacionais.

### *Investimentos Estratégicos em C, T & I e em Meio Ambiente.*

A disponibilidade de recursos financeiros públicos de grande magnitude, gerados pela atividade do PIM e captados pelos entes estatais nos três níveis federativos, têm permitido aos atores relevantes do Modelo traçar e implementar estratégias focadas no enraizamento da renda regional, no último decênio. Dentre essas estratégias, se destacam as ações de fortalecimento do Sistema Regional de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I), tidas como uma prioridade na agenda dos atores vinculados diretamente à gestão do PIM (Governo do Amazonas, SUFRAMA, empresas incentivadas e instituições de pesquisa). Podem ser citados como esforços de promoção do desenvolvimento científico-tecnológico de amplo escopo e possibilidades: o *Centro de Ciência, Tecnologia e Inovação do Pólo Industrial de Manaus (CT-PIM)*, inaugurado em 2002 e direcionado ao desenvolvimento de competências tecnológicas essenciais nas áreas de microeletrônica e nanotecnologia de base industrial; o *Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA)*, focado na biotecnologia para suporte às nascentes das bioindústrias do PIM, ambos formalmente inseridos na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) do Governo brasileiro; e o próprio parque de *Instituições de Pesquisa & Desenvolvimento* de origem pública e privada, hoje formado por cerca de 20 organizações, que exploram diversas linhas de pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos de natureza tecnológica, devidamente credenciada no Comitê de Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento da Amazônia – *CAPDA*, do qual participam representantes de órgãos federais e regionais (MCT, secretarias estaduais de C & T, entidades de classe empresariais) e cuja função é regular a aplicação das verbas de Pesquisa & Desenvolvimento previstas pela legislação de incentivos tributários à produção de bens de informática, geradas a partir da arrecadação de um percentual legal de 5% (cinco por cento), a ser aplicado pelas indústrias de bens de informática em projetos de agregação tecnológica na Amazônia.

A quantidade de instituições de C, T & I credenciadas no CAPDA para receber recursos de P&D oriundos da legislação de bens de informática alcança, hoje, 74 organizações ou unidades acadêmicas específicas (departamentos acadêmicos de universidades, Centros de P&D de empresas, etc.), distribuídas por toda a área de abrangência territorial da SUFRAMA. Os recursos de P&D aplicados pelas empresas produtoras de bens de informática do PIM, com supervisão e controle do CAPDA, foram direcionados em diversos programas e projetos de pesquisa dos próprios Centros de P&D de algumas empresas ou conveniados com instituições externas à empresa, como a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), a Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e toda a rede de fundações e institutos privados de P&D regionais que se desenvolveu a passos largos em Manaus nos últimos anos.

Observe-se que as ações de C, T & I anteriormente citadas pretendem se encaixar na lógica de aproveitamento racional dos recursos naturais amazônicos, a partir da geração de interconexões com o setor produtivo *high-tech*, caracterizando uma desafiadora (improvável, diriam alguns) aliança entre as tecnologias de base microeletrônica e a biotecnologia que explore de modo inteligente a potencial biodiversidade regional, o que vem ao encontro da pretensão, acalentada, pelos atores do PIM, de ver reconhecido o seu status de modelo de desenvolvimento regional.

### *O Modelo ZFM, como indutor do desenvolvimento na Amazônia Ocidental*

Outra vertente estratégica de internalização da renda gerada, a partir do PIM, vincula-se às ações de interiorização do desenvolvimento na região da Amazônia Ocidental, a partir de investimentos públicos diretos ou de transferências governamentais, por meio de convênios com repasses a prefeituras municipais, governos estaduais e entidades civis, financiados por fontes de recursos extraídas das empresas do PIM. Hoje, as grandes fontes de recursos geradas pelas empresas do PIM para essas finalidades são as seguintes:

- Em nível federal, a Taxa de Serviços Administrativos (TSA) paga pelas indústrias e empresas comerciais incentivadas, por conta da atividade regulatória exercida pela SUFRAMA sobre a internação de mercadorias e insumos de origem importada, e que se consubstancia na receita própria dessa Autarquia. Com os recursos da TSA, a SUFRAMA já aplicou em estados e municípios da Amazônia Ocidental e em Macapá-Santana (AP) mais de R\$ 820 milhões, entre os anos de 1997 e 2007, o que converte esses recursos em uma das mais importantes, quiçá a maior de todas, fonte de investimentos infra-estruturais na região, pelo Governo federal como um todo, no mesmo período. A distribuição dos investimentos, por unidade federativa e por categoria de aplicação, está demonstrada, respectivamente, nas Tabelas A1 e A2 no Anexo A.

- Em nível do Governo do Estado do AM, a parte do ICMS não coberta pelos incentivos fiscais + taxa do Fundo de Interiorização do Desenvolvimento e Turismo (FTI) + taxa para financiamento da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Quando se olha para a arrecadação estadual, no período 2000-2007, observa-se um crescimento de mais de 178%, situando-se em torno de R\$ 4,0 bilhões, em 2007.

A observação panorâmica desses dados bem como daqueles dispostos nas Tabelas A1 e A2 anexas mostram claramente o peso e a capilaridade do Modelo ZFM como dinâmica indutora dos processos de geração e apropriação de renda na região da Amazônia Ocidental e na Área de Livre-Comércio de Macapá-Santana. Assim, não parece lógico que qualquer iniciativa pública (política, programa ou projeto), cujo foco seja a promoção do desenvolvimento sustentável regional, possa ser planejada ou implantada sem estabelecer algum tipo de conexão, seja de fortalecimento, seja de complementaridade, com o Modelo ZFM e seus vetores de ação governamentais ou privados.

# CAPÍTULO 2

## O Desmatamento da Amazônia em Perspectiva

*Marcelo B. Diniz*

*José A. Mota*

*Alexandre Rivas*

---

### As razões para o desmatamento

SÃO MUITOS OS ESTUDOS JÁ REALIZADOS, nos mais diversos países, tentando apontar as causas do desmatamento. Muito embora alguns resultados não sejam consensuais, segundo Geist e Lambin (2001), alguns aspectos, acerca da natureza e características do fenômeno do desmatamento, podem ser considerados como evidências aceitas pela literatura. A seguir, são listadas algumas dessas conclusões (evidências), segundo os autores que a enunciaram e, que, na verdade, apontam em uma mesma direção:

- Desmatamento resulta de um processo socioeconômico complexo, e, em muitas situações, é impossível isolar uma única causa (Walker, 1987);
- Não há uma definição muito clara sobre desmatamento, nem existem estimativas plausíveis sobre sua extensão ou, mesmo, suas causas primárias (*primary causes*) e, como reflexo destas, suas causas derivadas (*underlying causes*) (Angelsen, 1995);
- Relatórios acerca do desmatamento em florestas tropicais indicam que ocorre em diversas circunstâncias, o que dificulta a construção de um padrão comum de desmatamento, levando à conclusão de que desmatamento tem múltiplas causas, com o mix particular de causas variando de lugar para lugar (Rudel; Roper, 1996);
- Os fatores que influenciam o desmatamento são diferentes em diversos continentes, de tal forma que não se pode generalizar que um ou alguns fatores são mais importantes que outros (MURALI; HEDGE, 1997); e

- Geist e Lambin (2001), no âmbito do projeto *International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change – IHDP* procuram entender o padrão e as mudanças nas taxas de transformação ambiental, em termos das forças impulsionadoras que agem globalmente, regionalmente e em nível dos tomadores de decisão, responsáveis por essas transformações.

Assim, os autores apresentam uma ampla revisão bibliográfica da literatura internacional acerca dos fatores causais sugeridos como responsáveis pelo desmatamento nos mais diferentes países.

Fazendo uma análise das causas primárias e subjacentes, bem como de suas interligações em 152 estudos de casos nacionais, os autores apontam os seguintes resultados: existem variações regionais identificáveis de sinérgicas combinações de causas e agentes, nos quais os fatores econômicos, institucionais, e as políticas nacionais são proeminentes.

Tentando classificar as diferentes causas, a partir de algumas características comuns, os autores fazem uma divisão acerca dos fatores causais em três grandes grupos: i) causas agregadas primárias (diretas) e relacionadas, em número de três: expansão da agricultura, extração de madeira e expansão da infra-estrutura. E tendo como principal característica operarem em nível local; ii) fatores ou forças direcionais subjacentes, que incluem uma ampla gama de categorias: fatores demográficos, econômicos, institucionais/de política, culturais e político-sociais. Teriam como características formarem o ambiente, em que atuam as causas primárias; iii) um terceiro grupo de fatores bastante heterogêneos entre si, com características distintas e que comporiam todos os demais fatores não incluídos nas duas classificações anteriores. Aqui apareceriam fatores relacionados à pré-disposição ambiental – forças biofísicas e eventos aleatórios relacionados a elas. Também existiria toda uma gama de fatores aleatórios de natureza social, como guerras, crises econômicas e de saúde, movimentos migratórios intensos, entre outros, e que formam a sistemática, motivam ou intensificam a pressão sobre o uso dos recursos naturais existentes e, desse modo, promovem o desmatamento.

Concorreria, entre as causas primárias, a expansão da cultura temporária, cultura permanente, pecuária extensiva, extração da madeira para diversos usos e fins comerciais e a infra-estrutura existente, que permite o acesso, o deslocamento, e a fixação dos diferentes agentes que integram as atividades econômicas da agropecuária e de exploração florestal, especialmente de madeira. Assim, os movimentos de migração interna, colonização, assentamento populacional, bem como todos os fatores que os atraem, como a logística de transporte e comercialização da produção e o processo de urbanização (com suas dotações de serviços públicos), poderiam ser causas primárias.

As causas subjacentes comporiam o ambiente econômico, social, cultural e institucional, associados às atividades econômicas da agropecuária e exploração

florestal, uma vez que limitam, inibem ou motivam a expansão de tais atividades. Aqui aparece todo o aparato jurídico, inclusive, quanto ao direito de uso da terra (propriedade), que define a atuação dos agentes econômicos privados e mesmo do setor público, por meio das políticas públicas direcionadas direta ou indiretamente para o setor. Incluem-se, também, as restrições tecnológicas relativas aos processos de utilização produtiva dos recursos naturais, especialmente a terra e recursos florestais madeireiros. Os fatores culturais que definem o comportamento das famílias, inclusive, quanto ao tamanho das famílias, com repercussões, portanto, demográficas: crescimento demográfico, densidade demográfica e distribuição espacial populacional. Mas, que incluem, também, quais os valores culturais associados ao modo como a terra e recursos naturais devem ser utilizados. Os fatores econômicos, especialmente ligados ao grau de urbanização e de industrialização, que acabam sendo fatores adicionais de pressão de demanda sobre os recursos naturais.

Outro aspecto importante é o relativo à hipótese da pobreza ambiental, isto é, a relação direta entre a pobreza da população e a degradação ambiental. O que foi denominado de círculo vicioso entre pobreza e degradação ambiental, também foi discutido por diversos autores, como Reardon e Vosti (1995), Cavendish (1999) e Chomitz (2007). Todavia, como apontam os primeiros, a literatura sobre o assunto ainda é pouco conclusiva.

## As evidências para a Amazônia

A dinâmica do desmatamento da Amazônia guarda uma relação direta com o processo de ocupação e as diversas formas de utilização do solo na Região, muito embora, com características distintas bastante marcantes entre os diversos estados que compõem a Amazônia Legal, especialmente, quando se considera sua porção ocidental e oriental.

Segundo o Plano Amazônia Sustentável – PAS, em 2004, cerca de 62% da Amazônia Legal tinha ainda sua cobertura florestal original, 20% correspondia aos cerrados e ecossistemas de transição e cerca de 18% teria sido alterada pela ação antrópica. Além disso, a diversidade interna da Amazônia, tanto para com as suas características naturais quanto ao seu processo de ocupação, poderia ser resumida em três macrorregiões: 1) Arco do Povoamento Adensado, que corresponde aos Estados do Mato Grosso, Rondônia, Tocantins e as partes do sudeste e nordeste do Pará, sudeste do Acre e sul do Amapá; 2) Amazônia Central, que compreende o oeste e norte do Estado do Pará, norte do Estado do Amapá e o Vale do Rio Madeira, no Estado do Amazonas e 3) Amazônia Ocidental, que congrega o Estado de Roraima, todo restante do Estado do Amazonas e as partes central e oeste do Estado do Acre.

Esta conformação territorial (e ocupacional) está relacionada direta ou indiretamente aos meios de acesso à Região e como estes vão servindo de canalizado-



---

res do processo migratório, o crescimento demográfico e os adensamentos urbanos decorrentes. O arco do povoamento, por exemplo, está diretamente relacionado ao adensamento de estradas, com um aumento da densidade demográfica no cinturão que se forma entre 300 a 500 quilômetros de largura quadrados para essas (Becker, 2006).

O histórico do desmatamento, pelos números do MIN/MMA (2004), apresenta, pelo menos, dois recortes distintos: até 1980 e a partir da década de 1980, com aumento da velocidade e da espacialidade.

Na primeira “etapa”, em que a Região totalizou 300 mil Km<sup>2</sup> de perda da floresta original (6% do território regional), o desmatamento auferido está relacionado a um processo de desbravamento induzido pela Amazônia, com a abertura de estradas e os projetos de colonização oficiais.

Na segunda etapa, o processo de desmatamento ganha um caráter espontâneo movido pela lógica da valorização econômica do território ocupado e maximização dos resultados privados da exploração dos recursos naturais, especialmente pelas madeireiras e pecuárias. Nesse período, na década de 1980, o desmatamento atinge cerca de 130 mil Km<sup>2</sup>, enquanto que na década de 1990, 150 mil Km<sup>2</sup>, e só nos primeiros anos do século XXI cerca de 120 mil Km<sup>2</sup> (MIN/MMA, 2004).

Em relação à Amazônia Oriental (Arco do Povoamento Adensado e Amazônia Central), os estados da Amazônia Ocidental têm apresentado uma lógica menos devastadora, a exceção do Estado do Acre, com menor pressão, portanto, sobre a base de recursos naturais.

A Tabela 1 apresenta as taxas de crescimento do PIB, da população e a contribuição ao desmatamento, em termos médios entre as décadas de 1980 e 2004.

*Tabela 1 – Taxas de Crescimento do PIB, População Residente e Contribuição para o Desmatamento - Amazônia Legal: 1985-2003.*

<i>Estados da Amazônia Legal</i>	<i>Taxa de crescimento médio da população residente a.a.</i>	<i>Taxa de crescimento médio do PIB a.a.</i>	<i>Contribuição % Média para o Desmatamento a.a. *</i>
Acre	3,66	4,55	3,11
Amazonas	3,86	2,71	4,92
Amapá	5,90	5,82	0,41
Maranhão	1,94	3,60	5,76
Mato Grosso	3,51	6,95	36,17
Pará	3,25	2,91	31,60
Rondônia	4,14	3,03	13,98
Roraima	6,24	3,74	1,56
Tocantins	1,03	8,44	2,49

Fonte: Elaborado a partir do IPEADATA.

Nota: Taxas de crescimento calculadas por ajustamento de funções exponenciais (lineares nos logaritmos), estimadas por mínimos quadrados, onde para a população o R<sup>2</sup>-ajustado foi superior a 0,90 em todos os casos, e para o PIB foi superior a 0,45.

Segundo Fearnside (2007) o desmatamento toma lugar na Amazônia no contexto de uma diversa coleção de atores com uma grande diferença entre localizações em termos de quem é o responsável.

Muito se tem debatido acerca dos fatores que afetam o desmatamento na Amazônia. Durante algum tempo, foi pacífica entre os estudos, a tese de que os vetores principais do desmatamento seriam: a expansão da fronteira agropecuária motivada pela facilidade ao crédito propiciada pelos incentivos fiscais, a correlação positiva entre a “criação” de corredores de acesso à região, como as rodovias, a migração e a especulação fundiária (Reis e Margullis, 1991; Young 1998). Ao mesmo tempo, também, foi observada uma correlação positiva entre o avanço dessa fronteira econômica na Amazônia Legal e o próprio crescimento econômico nacional. Entretanto, nos últimos anos, segundo Ferreira (2005), essa relação começou a se modificar, pois a taxa de desmatamento foi crescente, apesar de certa estagnação do crescimento da Região.

Isso sugere que a nova dinâmica está ligada ao mercado de exportação impulsionada pela alta rentabilidade das principais atividades econômicas, como a pecuária, extração de madeira e atualmente a agroindústria.

A atividade pecuária de corte na Amazônia Oriental<sup>1</sup> ou na chamada fronteira consolidada<sup>2</sup> é altamente rentável, do ponto de vista privado, apresentando taxas de retorno superiores às da pecuária nas regiões tradicionais do país. A taxa de retorno da pecuária na Amazônia estrita (excluindo a venda de madeira) é consistentemente acima dos 10%. Esses valores são potencialmente alcançados por pecuaristas estabelecidos e capitalizados na fronteira consolidada da Amazônia Oriental.

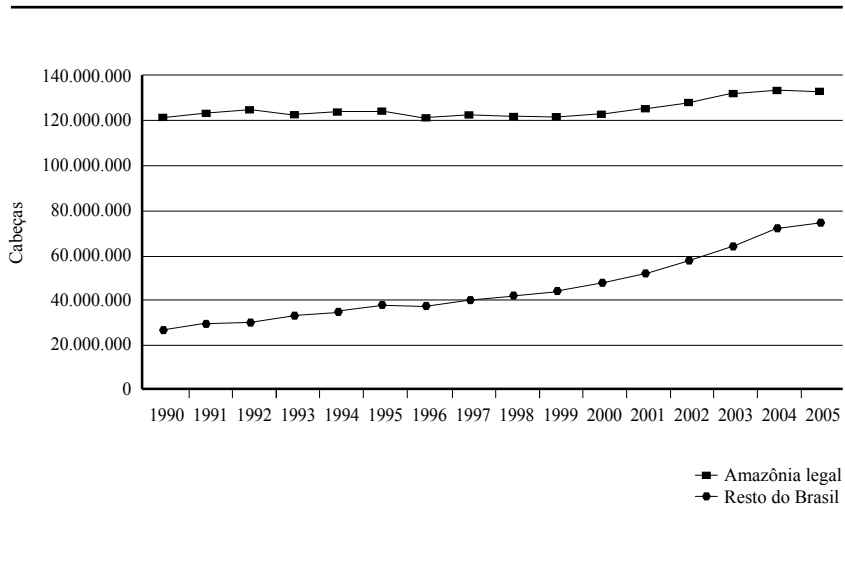
Dessa forma, recentemente, a responsabilidade dos desmatamentos na Amazônia é basicamente impulsionada pela atividade pecuária de média e grande escalas e todas as conseqüências que isso traz, como por exemplo, o corte de madeira e a construção de estradas, onde o impacto ambiental/desmatamento é evidente.

As Figuras 1 e 2, a seguir, ilustram o crescimento da atividade pecuária na Amazônia Legal, quando comparada com a desenvolvida em outros estados e centros produtores.

---

<sup>1</sup> Amazônia Oriental comporta os Estados do Pará, Rondônia, Mato Grosso, Tocantins, e Amapá.

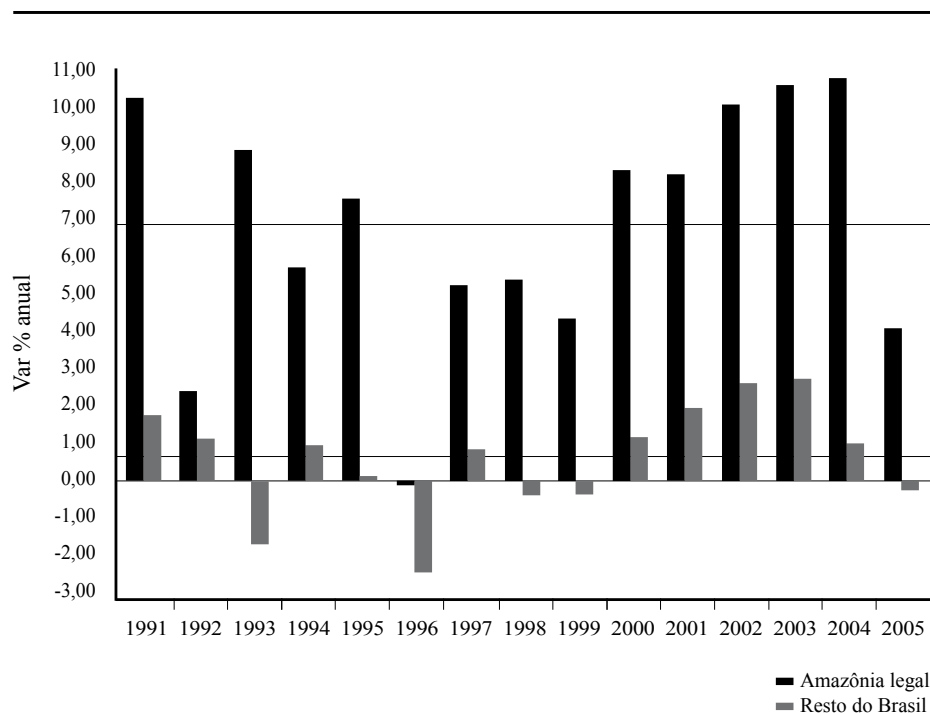
<sup>2</sup> Toda fronteira é, em princípio, especulativa, e, deixa de ser fronteira, quando o processo deixa de ter essa característica. Ao mesmo tempo, a fronteira consolidada, em verdade, não configura uma fronteira *strictu sensu*. Mas, à medida que a prática de agentes é expansionista e, no caso específico da Amazônia, tira proveito da conversão de florestas em terras agropecuárias, eles situam-se no limite da fronteira e o termo “consolidado” simplesmente, diferencia dos agentes com estratégias mais especulativas (Banco Mundial, 2004).

*Figura 1 – Efetivo de Rebanhos – Amazônia Legal e Resto do Brasil.*

Fonte: IBGE, 2007 – Pesquisa Mensal de Abate de Bovinos

As razões do avanço da pecuária são atribuídas a um conjunto de fatores, como a taxa de retorno, relativamente mais alta que em outras atividades econômicas afetas à realidade da região. De fato, como acentuaram Piketty et. al. (2004), em pesquisa realizada na Amazônia Oriental, com os atores envolvidos, existe um ambiente favorável à expansão da pecuária na região. O número de bovinos, na Amazônia Legal, é maior, como também a taxa de crescimento é superior que a média no Brasil.

Figura 2 – Taxas de crescimento anual do rebanho bovino.



Fonte: IBGE, 2007 – Pesquisa Pecuária Municipal.

A tese de que a elevada taxa de retorno da pecuária de corte é o que tem estimulado a expansão do desmatamento na Amazônia é sustentada, também, por Margulis (2003). De fato, para este autor a pecuária (especialmente de média e larga escala) seria o principal agente do desmatamento, uma vez que a sua expansão tem sido um processo contínuo e de caráter inercial. Isto ocorreria, em função da alta taxa de retorno observada para o setor pecuário (estrito, excluindo a venda da madeira) acima de 10%, para distintos pontos do Arco do Desmatamento, bem superior a outras áreas do país.

Assim, mesmo sem os incentivos (subsídios do Governo), o que ocorreu, a partir da interdição da SUDAM em 2002, a lucratividade da pecuária seria o fator de propulsão que alimenta a inércia do processo. Entre os fatores que contribuiriam para essa elevada rentabilidade estariam: a) condições geológicas favoráveis, em que pese às altas temperaturas, elevada pluviosidade e umidade, garantem uma boa produtividade das pastagens; b) disponibilidade de terra barata, a qual pode ser acrescentada, também, a característica extensiva da criação que exige pouca mão-de-obra, em geral, com baixa qualificação e, portanto, com baixo custo para o produtor.

Outros fatores seriam subsidiários ou reforçariam o efeito do crescimento da pecuária. A especulação fundiária e a abertura de estradas (com a exploração madeireira) são processos que corroboram o efeito da exploração pecuária sobre o desmatamento e só existem, em função desta última. Além do mais, o efeito da fronteira especulativa seria diretamente proporcional à falta da presença do Estado. Assim, a abertura de estradas “per si”, com objetivos mais geopolíticos exógenos não seriam responsáveis pelas elevadas taxas de desmatamento.

Na verdade, a rentabilidade da pecuária, por sua vez, é que levaria à pressão por abertura de estradas endógenas, criadas pelos próprios pecuaristas, para baratear os custos de transportes. Ao mesmo tempo, o efeito das estradas exógenas (aquelas surgidas por motivos geopolíticos) tem um efeito considerável sobre o desmatamento somente a partir da mesma lógica da criação das estradas endógenas, de manter, em última instância, a rentabilidade do setor pecuário. Por esses motivos, os subsídios e os créditos do Governo (que evidenciaram queda na década de 1990) não poderiam ser considerados como fatores relevantes para explicar o processo de desmatamento.

Reportando-se especificamente acerca da correlação entre a provisão de infra-estrutura e o crescimento demográfico Weinhold (2001) e Reis (1996) concluem que existe mais evidência empírica para sustentar que o crescimento da população urbana leva ao desenvolvimento da infra-estrutura e não vice-versa. Assim, apontam o melhoramento na provisão de infra-estrutura na Amazônia como improvável de ser a maior causa do desmatamento na região. Esses melhoramentos parecem ter favorecido o crescimento da população urbana.

Por outro lado, melhoramentos urbanos, como a provisão de eletricidade e água potável, teriam o papel de frear a necessidade de explorar florestas como fonte de energia e outros serviços, de modo que o melhoramento da infra-estrutura urbana pode ajudar a mitigar o impacto de áreas urbanas sobre o meio ambiente, inclusive, com uma redução da população rural.

Além dos efeitos diretos e indiretos das atividades pecuária e madeireira sobre o desmatamento, como destacados acima, outros fatores são sustentados por Fearnside (2007), como a lógica de desmatar para manter a posse da área e defender o investimento contra posseiros ou da expropriação do Governo (como terra devoluta); as formas de desmatamento que servem para propósito de lavagem de dinheiro, especialmente quando os fundos são derivados de fontes ilegais, como tráfico de drogas, corrupção, venda de áreas roubadas ou evasão de impostos; e a perda da cobertura vegetal “oficial” induzida pelo próprio Governo, como é o caso das inundações provocadas pelas barragens hidroelétricas, que, no Brasil, já teria somado cerca de 10 milhões de hectares (2% da Amazônia Legal e 3% da porção original da floresta).

Para testar o efeito dessas diferentes causas, vários autores têm utilizado modelos econométricos, sob diferentes escopos. São os casos, por exemplo, de

Garcia e Moro (2006) e Andersen et al. (2002). Os primeiros autores, utilizando a metodologia da modelagem espacial do desmatamento, a partir de três modelos, com vistas a avaliar o desmatamento, no período entre 1997 e 2001, para uma amostra de 339 municípios entre aqueles que tiveram crescimento positivo no período, apontam para existência de correlação espacial quanto ao desmatamento. O primeiro utilizou, como variável dependente, a porcentagem de área da floresta original desmatada, por município, em 1997. O segundo, a porcentagem de área da floresta original desmatada, por município, em 2001 e o terceiro, a diferença entre a porcentagem entre a área de floresta original desmatada em 2001 e 1997, por município.

Entre as variáveis testadas pelos autores estavam: 1) distância média da rodovia asfaltada; 2) densidade da malha urbana; 3) cabeças de gado por km<sup>2</sup>; 4) valor da lavoura por km<sup>2</sup>; 5) porcentagem da área plantada; 6) densidade populacional; 7) densidade da população rural; 8) densidade da população rural ajustada pelo índice de concentração fundiária; 9) taxa líquida de migração (1995/2000); 10) saldo migratório (1995/2000); 11) saldo migratório km<sup>2</sup>; 12) volume migratório; 13) volume migratório por km<sup>2</sup>; 14) percentual da população natural por município; 15) população ocupada no setor agropecuário; 16) população ocupada; 17) população total; 18) percentual do emprego no setor agropecuário; 19) população ocupada no setor agropecuário por km<sup>2</sup>; 20) percentual dos rendimentos do setor agropecuário; 21) rendimento do setor agropecuário; 22) rendimento per capita do setor agropecuário por km<sup>2</sup>; 23) área protegida; 24) percentual da área protegida; 25) índice de concentração demográfica; 26) índice de governança; 27) índice de desenvolvimento econômico; 28) índice de infra-estrutura agrária; 29) índice de atividade agropecuária e de atividade florestal; e 30) índice de desenvolvimento socioeconômico.

O resultado do modelo, com ajuste para os *outliers*, concluiu pela significância das seguintes variáveis: distância média das rodovias; cabeças de gado por km<sup>2</sup>; densidade da população rural; rendimento *per capita* do setor agropecuário por km<sup>2</sup>; taxa líquida de migração 1995/2000; índice de governança; e percentual da área municipal plantada em 2000.

Essas variáveis, de certa forma, corroboram àquelas testadas por Andersen et al. (2002), onde os autores utilizam dados municipais, no período de 1970 a 1996, para dados do Censo Agropecuário de 1975, 1980, 1991 e 1996. Os autores chegam a um modelo na “forma-reduzida”, onde eles partem de um conjunto muito amplo de variáveis as quais podem ser relevantes e deixam os dados “decidirem”, quais as variáveis que devem ser incluídas no modelo. Usam a estratégia chamada de “general-to-simple”, que tem a vantagem de controlar para o viés de variável-omitida. Outros estudos sobre o assunto são listados no Quadro 1.

*Quadro 1 – Modelos econométricos para o Desflorestamento.*

<i>Estudos IPCC (2000)</i>	<i>Variáveis explicativas População defasada até 25 anos</i>	<i>Observações</i>
Geiste e Lambim (2002)	Expansão Agrícola Extração de madeira Expansão de infra-estrutura	Baseados 152 estudos de caso
Angelsen e Kaimowitz (1999)	Terras acessíveis (por rodovias) Preços de produtos agrícolas Preços de madeira Níveis de salários Empregos na zona rural Empregos na zona urbana Crescimento populacional Pobreza Renda nacional Dívida externa Reformas econômicas	Resenha de 140 modelos
Vicent e Yusuf (1991) apud Vicent e Ali (1997)	Densidade populacional Crescimento da população Taxa de crescimento da renda	
Reis (1996)	Densidade espacial Qualidade do solo, florestas, etc Trabalho Capital Acesso a mercados (infra-estrutura) Atividades agropecuárias Expansão das rodovias	
Reis e Margullis (1991)	Densidade da população Efetivo rebanho bovino Áreas de culturas agrícolas Extração de madeira Rodovias	Usou um modelo de curva logística
Young (1998)	Créditos Variações dos preços agrícolas Preço da terra Salário rural	
Ferraz (2000)	Preço da produção Preço dos insumos (Terra e salário rural) Extensão das rodovias Crédito agrícola	

Fonte: Rodrigues (2004)

## O baixo desmatamento no Estado do Amazonas

Segundo a CEPAL (2007), cerca de 98% da floresta amazônica do Estado continua conservado e as taxas de desmatamentos têm apresentado valores decrescentes. Atualmente, as Unidades de Conservação Estaduais – EC somadas às federais correspondem a mais de 22% da superfície total do Amazonas. Além disso, há 45,7 milhões de hectares de terras indígenas.

No Amazonas, o processo de desmatamento ocorre de forma desigual. O sul do Estado, em particular, os municípios de Apuí, Humaitá e Lábrea, apresentam taxas maiores e crescentes de desmatamento do que as demais regiões do Estado.

Uma particularidade importante verificada na Amazônia foi a estratégia de industrialização adotada no Estado do Amazonas, a partir do PIM. Essa estratégia tem resultado, nesse Estado, em “elevados níveis de conservação da natureza e de biodiversidade” (CEPAL, *Op. cit.*), denotando que este modelo industrial, além dos benefícios a própria economia e demais estados na área de abrangência dos incentivos fiscais da SUFRAMA, tem gerado externalidades positivas – externalidades ambientais relativas ao custo evitado do desmatamento e outras ações danosas ao ambiente amazônico. Uma importante evidência de que os efeitos positivos do PIM extrapolam o âmbito das economias locais, tendo repercussões nacionais e mesmo internacionais (globais). Algumas dessas externalidades estão relacionadas a se evitar o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e metano (CH<sub>4</sub>) que seria lançado na atmosfera com o desmatamento, e, com isso, aumentar o aquecimento global.

Assim, fica muito claro que as características da estrutura produtiva predominante ou de maior efeito dinâmico local têm um nexo causal muito significativo para explicar esse processo ao longo do tempo. Dois casos são bastante representativos, o do Estado do Amazonas, em contraste ao do Estado do Pará. No primeiro caso, o modelo da industrialização, e verticalização da produção que o Pólo Industrial de Manaus induziu no Estado do Amazonas criou uma lógica que não tem o seu processo de crescimento vinculado à utilização mais intensiva da base de recursos naturais existentes, especialmente os recursos florestais. No segundo caso, como a estrutura produtiva foi montada e organizada, a partir da exploração dos recursos florestais e minerais, criou-se uma lógica perversa em que o uso da terra e seu processo de valorização estão ligados a uma sobreexploração dos recursos naturais. Implantou-se um sistema baseado na vinculação direta entre a exploração madeireira e o avanço da fronteira agropecuária.

Em relação ao efeito do perfil do desmatamento no Amazonas, Rivas (1998) foi pioneiro na estimação dos efeitos do PIM sobre esse desmatamento. Os resultados encontrados pelo autor sugerem que o estoque de capital afetou negativamente a taxa de desflorestamento. O autor concluiu que o PIM é um fator de inibição do desflorestamento, dado que o capital é insumo básico para as indústrias, que receberam incentivos para a acumulação desse capital. Reportando-se exclusivamente ao problema do desmatamento no Estado do Amazonas, no período de 1980 a



1985, ele utiliza as seguintes variáveis para explicar o desmatamento, cuja *proxy* deste é a soma das áreas, em Km<sup>2</sup>, com culturas perenes, pasto (área com pecuária) e área em pousio (alqueivada): a) estoque de área desmatada em 1980, seguindo a mesma *proxy* anterior; b) variação do PIB real entre 1980 e 1975; c) densidade de estradas (*proxy* do consumo governamental), em km/km<sup>2</sup>, calculada pela divisão da extensão das rodovias federais e estaduais pavimentadas e não-pavimentadas pela área dos municípios; d) consumo de energia elétrica pelo setor industrial (*proxy* do stock de capital físico) em Kwh; e e) número de estudantes matriculados no ensino secundário (*proxy* do capital humano).

Os resultados empíricos obtidos mostram que o desmatamento (variável dependente) sofreu influências diversificadas das seguintes variáveis: i) o estoque da área desmatada, negativa; ii) a variação do PIB, positiva; iii) a densidade de estradas, positiva; iv) a variável *proxy* do capital físico, negativa; v) a variável *proxy* do capital humano, positiva.

Além das variáveis acima identificadas, a questão populacional é fator relevante para a compreensão do desmatamento. Por isso, a seção seguinte trata dos movimentos migratórios no Estado do Amazonas.

# CAPÍTULO 3

## Movimentos Migratórios no Estado do Amazonas

*Peri Teixeira*

---

NO CONTEXTO DOS FLUXOS MIGRATÓRIOS EM DIREÇÃO À AMAZÔNIA e interamazônicos, a partir da segunda metade do Século XX, o Estado do Amazonas ocupa lugar diferenciado no contexto regional, em razão de algumas peculiaridades com que o processo se deu na Região. Entre essas, as que mais se destacam são o não-direcionamento, para as áreas rurais, dos fluxos migratórios originários de outros estados, bem como o expressivo crescimento demográfico e econômico da capital, Manaus. Em comum com o restante da Região Norte, o Amazonas apresentou um processo de urbanização acelerada em todo o território estadual, fenômeno, aliás, observado na totalidade dos estados brasileiros.

Em um aspecto – a inexistência de fluxos migratórios significativos para as zonas rurais – a dinâmica demográfica do Amazonas assemelha-se ao que ocorreu no Acre. Naquele Estado, a falta de projetos de assentamento rural fez com que as migrações se limitassem ao território estadual, caracterizando-se pelo êxodo rural e o conseqüente crescimento das principais cidades. No Amazonas ocorreu processo semelhante, um esvaziamento rural em todo o interior do Estado. No entanto, uma parcela expressiva dos emigrantes rurais e de pequenas comunidades urbanas dirigiu-se, não apenas às cidades locais mais proeminentes, como também à exuberante capital do Estado. Dessa forma, o Estado não apresentou a dinâmica demográfica sub-regional que se deu em outros estados da Região, que tem, em Rondônia e no Pará, os exemplos mais importantes. Ali, os vários programas direcionados para a expansão da fronteira agrícola e a ocupação do território, a partir dos anos 60, propiciaram significativo aumento da população rural até a década de 80. Paralelamente, o Amazonas passou por expressivo processo de urbanização, acompanhado do

---

esvaziamento demográfico das áreas rurais, cujo crescimento tem sido quase nulo<sup>1</sup>. Contudo, ao contrário desse Estado, que não apresenta decréscimo de sua população rural, Pará e Rondônia, que tiveram, inicialmente, elevadíssimo aumento em seus efetivos rurais, vêm apresentando taxas negativas de crescimento rural dessa população desde 1990 (Teixeira e Brasil, 2008).

Apesar de fazer parte dos estados cortados pela rodovia Transamazônica, o Estado do Amazonas não foi afetado demograficamente pela construção da estrada, ao contrário do Pará. Naquele Estado, fluxos migratórios com origem externa contribuíram para um crescimento sem precedentes da população rural, além de terem participado, também, do crescimento urbano (Martine e Turchi, 1988). Do ponto de vista social, os conflitos pela posse da terra, que passaram a ocorrer na área de influência da rodovia, que já duram mais de três décadas, estão longe de ser solucionados. O Amazonas, onde não se vivenciaram os mesmos conflitos, mesmo porque a Transamazônica não chegou a ser concluída nesse Estado<sup>2</sup>, mostrou, como foi visto, uma forte e continuada migração interna das áreas rurais para as urbanas. Nos municípios do interior, a participação da migração proveniente de outros estados no crescimento demográfico tem sido, na maioria dos casos, reduzida. Essa migração de origem externa tem a capital do Amazonas como destino preferencial e, em menor grau, os municípios situados nos limites estaduais.

De um modo geral, as principais trocas migratórias interestaduais dos municípios do Amazonas, – exceto Manaus – dependem da proximidade desses municípios com as áreas de origem das migrações. Entre 1995 e 2000, as parcelas mais significativas dos migrantes que chegaram aos municípios fronteiriços do Alto Solimões vieram dos países vizinhos, Colômbia e Peru. É o caso, por exemplo, de Tabatinga, onde 419 dos 1357 imigrantes, naquele período, tinham vindo da Colômbia. Para o mesmo período, praticamente todos os imigrantes interestaduais de Envira e Guarajá, municípios vizinhos ao Acre, provinham daquele Estado, sendo, aliás, muito superiores, numericamente, aos que vieram do interior do Amazonas (21% e 32%, respectivamente, do total de imigrantes locais). Da mesma forma, a parcela principal dos imigrantes interestaduais residentes nos municípios situados a leste do Estado procede do Pará, o mesmo ocorrendo com os municípios situados ao sul, cujas trocas principais de população se dão com Rondônia.

---

<sup>1</sup> Crescimento anual inferior a 0,5% ao ano, entre 1970 e 1991 e entre 2000 e 2007. O maior crescimento observado nos anos 90, (1,6% a.a.) pode dever-se à redução da migração com destino a Manaus, cuja Zona Franca apresentava queda de 44% da mão-de-obra empregada entre 1990 e 2000 (SUFRAMA, 2005).

<sup>2</sup> No Estado do Amazonas, na parte transitável da rodovia, O INCRA (Instituto de Colonização e da Reforma Agrária) implementou, de forma precária, um projeto de assentamento, onde hoje se situa o município de Apuí, na divisa com o Estado do Mato Grosso. Isso ocorreu no fim dos anos 70. Nessa área tem-se registrado ocorrências de conflitos entre grileiros e posseiros ou mesmo de grileiros contra agricultores e pecuaristas antigos do município (Brito, 2004).

O mesmo não ocorre para os municípios situados no centro do Estado, isto é, distantes das divisas estaduais. Conforme já visto, a maioria dos municípios interioranos não recebe, praticamente, migrantes interestaduais. Contudo, diversos municípios próximos a Manaus, além da própria capital, são o destino de quantidade expressiva de imigrantes de outros estados e regiões. Situam-se, geralmente nas microrregiões de Manaus e de Rio Preto da Eva. Essas duas microrregiões vem apresentando, especialmente nas duas últimas décadas, elevadas taxas de incremento populacional.

Duas outras microrregiões também recebem quantidades significativas de migrantes de outros estados brasileiros, especialmente do Sudeste, mas tais migrações, de fato, dirigem-se para os dois municípios mais importantes e populosos dessas microrregiões. Trata-se de Tabatinga - já citado no caso das migrações da Colômbia -, e de São Gabriel da Cachoeira, municípios fronteiriços situados, respectivamente, nas microrregiões do Alto Solimões e do Alto Rio Negro, cujos migrantes interestaduais incluem quantidade apreciável de militares para lá destacados.

A participação da migração no crescimento demográfico municipal num determinado período é dada pelo saldo migratório (diferença entre a quantidade de imigrantes e a de emigrantes) e a Taxa Líquida de Migração<sup>3</sup> no período considerado. A Tabela 1 mostra as informações necessárias ao cálculo dessa participação para os 20 municípios amazonenses que tinham as maiores proporções de imigrantes em sua população total na data do último censo (2000).

---

<sup>3</sup> A Taxa Líquida de Migração entre 1995 e 2000 é dada pela razão entre o saldo migratório da população com mais de cinco anos de idade nesse período e a população do mesmo grupo etário em 2000.

*Tabela 1: Estado do Amazonas**Residentes com 5 anos ou mais de idade*

*Número de imigrantes e emigrantes, saldo migratório e Taxa Líquida de Migração (entre 1995 e 2000) dos municípios com as maiores proporções de imigrantes sobre a população total em 2000.*

<i>Municípios</i>	<i>Imigrantes</i>	<i>Emigrantes</i>	<i>Saldo migratório</i>	<i>Taxa Líquida de migração</i>
Rio Preto da Eva	6.242	852	5.390	35,6
Pres. Figueiredo	5.992	1.824	4.168	27,9
Apuí	4.198	1.215	2.983	25,6
Iranduba	3.934	981	2.953	10,7
Novo Airão	1.222	563	659	7,9
Tabatinga	3.914	2.030	1.884	5,9
Silves	821	507	314	4,8
Manaus	113.345	63.592	49.753	4,0
Guajará	847	492	355	3,3
Boa Vista do Ramos	903	628	275	3,1
Caapiranga	566	398	168	2,3
Urucará	1.136	819	317	2,0
Itapiranga	691	577	114	1,8
Autazes	1.679	1.468	211	1,0
Humaitá	2.013	2.373	-360	-1,3
Anamá	451	539	-88	-1,6
Itacoatiara	5.352	6.605	-1.253	-2,0
Tefê	3.950	5.421	-1.471	-2,7
Juruá	511	679	-168	-3,1
Boca do Acre	1.620	3.389	-1.769	-7,7

Fonte: Microdados do censo demográfico de 2000. Elaboração do autor.

Os municípios com as três maiores taxas líquidas de migração (Rio Preto da Eva, Presidente Figueiredo, Apuí) não estão entre os mais populosos do Estado, mas passaram por extraordinário crescimento no fim do século passado (acima de 10% ao ano), o que se deve aos expressivos saldos migratórios que apresentaram no período. De fato, em apenas cinco anos (1995/2000) esses saldos correspondiam a significativas parcelas da população dos dois municípios. No caso de Rio Preto da Eva, o saldo migratório correspondia a 35% de sua população em 2000.

Tal ritmo de crescimento tem-se reproduzido nos últimos anos, conforme mostrou a Contagem da População de 2007. Trata-se de municípios com bases econômicas distintas, como mineração e turismo (Presidente Figueiredo), agricultura (Rio Preto da Eva), agricultura e pecuária (Apuí), e que passam por uma fase de expressivo desenvolvimento, com tendência a persistir nos próximos anos.

Entre os 14 municípios que tiveram saldo migratório positivo entre 1995 e 2000, 12 apresentaram-no durante toda a década de 90. Uma exceção intrigante aparece nos dados de Novo Airão, o qual, exibindo uma das mais elevadas taxas de migração no quinquênio 1995/2000, teve a segunda maior queda de população do estado (45,3%) nos anos 90, sendo superado apenas para Santa Izabel do Rio Negro (46% de perda populacional no período). Identificada essa forte discrepância e pressupondo-se a boa qualidade dos dados sobre migração no censo de 2000, não se pode descartar a hipótese de sobreenumeração demográfica de Novo Airão no censo de 1991. A suspeita é reforçada pelo fato de que a população do município voltou a crescer entre 2000 e 2007. Num sentido contrário, Fonte Boa e Barcelos dobraram sua população entre os censos de 1991 e 2000, apesar de terem apresentado, no mesmo período, saldo migratório nulo (Fonte Boa) ou muito reduzido (caso de Barcelos, com saldo migratório de 294 pessoas para uma população de 24 mil habitantes em 2000)<sup>4</sup>. Na impossibilidade de um incremento vegetativo que justificasse esse forte dinamismo demográfico, a explicação deveria estar em elevados saldos migratórios, o que não ocorreu, conforme se viu. Nestes dois casos, uma sobreenumeração da população pode ter ocorrido no censo de 2000. O mesmo fenômeno de crescimento demográfico atípico parece ter-se passado com Coari, Parintins, e outros municípios com taxas anuais de incremento acima de 5% e saldos migratórios negativos na mesma década. Todos esses municípios apresentariam na sequência, entre 2000 e 2007, taxas de crescimento reduzidas, a maioria próximas de zero, o que reforça a hipótese de sobreenumeração em 2000.

## As trocas migratórias de Manaus com o interior do Estado do Amazonas

No interior do Estado do Amazonas não se tem registrados fluxos migratórios significativos entre os municípios, conforme indicam os resultados dos censos demográficos de 1991 e 2000. Os deslocamentos intra-estaduais mais importantes são os que se dão em direção aos principais pólos sub-regionais do Estado, como Parintins, Tefé, Itacoatiara, Coari e outros, além dos que se situam próximos a Manaus. Há, também, em áreas específicas do Estado, fluxos migratórios relativamente intensos, como os que se registram entre os três municípios situados na fronteira comum com Peru e Colômbia: Atalaia do Norte, Benjamin Constant e Tabatinga, cujas sedes são praticamente vizinhas; os que se verificam no sul do Estado (ver

<sup>4</sup> Fonte Boa e Barcelos não constam da Tabela 1 devido à reduzida proporção de migrantes em sua população entre 1995 e 2000.

Teixeira e Brasil, 2008) e aqueles que se dirigem para alguns municípios menos populosos, mas com intenso dinamismo econômico e demográfico, como os três citados, Presidente Figueiredo, Rio Preto da Eva e Apuí. Além dos migrantes do próprio Estado, esses municípios são destinos de fluxos migratórios iniciados em outras regiões do país.

Mesmo tendo em seus efetivos demográficos quantidades mais ou menos significativas de migrantes, os municípios mais importantes do Amazonas apresentam balanço migratório com Manaus claramente negativo. Isto indica que, além dos moradores nascidos nos próprios municípios, parte de seus imigrantes irão, no futuro, reemigrar para a capital estadual.

Manaus é uma cidade que tem recebido, desde os anos 60, grande quantidade de migrantes de todos os pontos do país. Os fluxos migratórios para essa capital, muito intensos nos anos 70 e 80, são menos intensos nos tempos atuais, mas os migrantes, que continuam chegando, provêm de todo o país, a maioria de outros estados que não o Amazonas, como indicam os dados do censo demográfico de 2000. Entre 1995 e 2000, dos cerca de 113 mil migrantes que a capital recebeu, 72 mil eram procedentes de outras unidades da Federação, sendo 44 mil da Região Norte e 28 mil do restante do país.

É interessante notar, conforme indica a tabela vista anteriormente (Tabela 1), que a capital do Estado, apesar de ter acrescido cerca de 400 mil habitantes entre 1991 e 2000, não apresentou uma Taxa Líquida de Migração elevada nos últimos cinco anos do Século XX, o que implica saldo migratório relativamente reduzido se comparado aos verificados nas décadas anteriores e aos de diversos outros municípios amazonenses. Na verdade, o movimento migratório em sua direção começou a entrar em queda após o extraordinário crescimento dos anos 70, tendendo a se reduzir com o passar do tempo. Sua taxa de crescimento anual vem caindo gradativamente: de 7% ao ano naquela década reduziu-se aos 2,3% constatados entre 2000 e 2007. O arrefecimento do processo migratório em todo o território nacional, a redução do estoque relativo de migrantes no interior do Estado, a descontinuidade na evolução econômica do município e a queda generalizada da fecundidade se conjugam como prováveis principais causas da queda de crescimento demográfico da capital estadual.

Para a cidade de Manaus dirige-se, preferencialmente, a grande massa de migrantes do interior que deixam seus municípios. Entre 1986 e 1991 era praticamente igual a quantidade de migrantes que se dirigiam a Manaus e a que se deslocava no interior do Estado (29 mil e 28 mil, respectivamente). Já dez anos depois (1996/2000), as migrações dirigidas aos municípios do interior do Estado passaram a superar amplamente os movimentos destinados a Manaus: dos 100 mil migrantes intra-estaduais do Amazonas, a capital recebeu 41 mil, dirigindo-se o restante aos demais municípios do estado. É bem verdade que os fluxos migratórios com destino a Manaus aumentaram relativamente, mas seu aumento mostrou-se nitidamente inferior ao que se verificou no interior.

A elevação de 57 para 100 mil da quantidade de migrantes no Amazonas, entre o último quinquênio da década de 80 e o correspondente dos anos 90 mostra, sem dúvida, o dinamismo demográfico do Estado. No entanto, a queda da participação de Manaus, no processo migratório, poderia indicar que a capital perde força em termos de atração populacional. Muito provavelmente, a causa do fenômeno está na crise do mercado de trabalho estabelecida com as medidas de abertura da economia brasileira, no início dos anos 90, que teve repercussões dramáticas no emprego local.

Como já foi observado, a partir da segunda metade do Século XX, a evolução populacional do Estado do Amazonas tem-se caracterizado, ao longo das décadas, por um crescimento urbano expressivo, acompanhado da perda de população rural, que se traduz em baixas taxas de crescimento nesse último estrato demográfico. Tanto a urbanização acelerada como o esvaziamento progressivo das áreas rurais constituem características da população brasileira em seu conjunto, embora tenham ocorrido com alguns anos de atraso nos estados da região Amazônica. Todavia, no Amazonas, contrariamente ao que sucedeu em outros estados nortistas, não se observaram fluxos migratórios com destino rural do porte dos que se deram naqueles estados, e que fizeram com que a respectiva população apresentasse crescimento substancial (anos 70 e/ou 80), com fortes quedas subseqüentes. Ao mesmo tempo, e pelo mesmo motivo, o Amazonas não teve – à exceção de Manaus – áreas específicas onde a população se adensasse pela proliferação de pequenos núcleos populacionais que se transformariam em cidades de pequeno ou médio porte, como no Pará ou em Rondônia.

O «modelo» amazonense de dinâmica demográfica privilegiou o nascimento de uma única e grande metrópole, bem como a urbanização acelerada no interior do Estado, a qual não contou, majoritariamente, com a contribuição de migrações externas, mas com a dos deslocamentos rural-urbanos. Nesse sentido, embora o crescimento de Manaus tenha contribuído para o esvaziamento rural do Estado – o que de fato ocorreu –, a migração rural-urbana, com destino às sedes municipais do interior, foi mais intensa do que a que se deu das áreas rurais ou mesmo das áreas urbanas interioranas, para Manaus. Isso pode ser observado por meio dos dados apresentados na Tabela 2. Como se pode notar, o incremento urbano do interior, que vinha de uma inferioridade relativamente a Manaus - nos anos 70 a população da capital duplicou – passou a suplantar o da capital a partir da década de 80, o que ainda é observado nos anos iniciais do Século XXI. Se for levado em consideração que a migração é reduzida entre os municípios interioranos, como se viu anteriormente, será forçoso concluir que o crescimento urbano do interior deveu-se e deve-se basicamente à migração rural-urbana no interior dos próprios municípios.



*Tabela 2 – Estado do Amazonas, município de Manaus e interior do estado. Evolução da população entre 1980 e 2007.*

<i>Área</i>	<i>1970/80</i>		<i>1980/91</i>		<i>1991/2000</i>		<i>2000/2007</i>	
	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>
<i>Amazonas</i>	7,7	0,4	5,2	0,4	3,8	1,8	2,4	0,5
<i>Manaus</i>	7,9	-2,7	4,6	-12,6	3,7	7,0	2,3	1,1
<i>Interior</i>	7,2	0,5	6,6	0,7	4,1	1,7	2,7	0,5

Fonte: IBGE. Microdados dos censos demográficos

Contrariamente a quase todos os estados da região Norte, a zona rural do Amazonas, apesar de estar perdendo população pela emigração, não teve, em nenhum momento, queda nos valores absolutos dessa população, o que se vê, na tabela, pelas taxas de crescimento positivas no correr do tempo. Os efetivos que migram das áreas rurais amazônicas têm como destino preferencial as sedes urbanas municipais, engrossando as populações locais, e como, destino secundário, a cidade de Manaus. Essa situação parece ser responsável pelo fato de que o peso demográfico da capital sobre o Estado, que vinha num substancial crescendo até o fim dos anos 80, passasse a se manter praticamente inalterado nos anos que se seguiram. Assim, de 48,1% da população total estadual, em 1991, a população de Manaus passou a representar 49,9%, em 2000 e 51,1%, em 2007. Não seria exagero levantar a hipótese de que a redução da migração para a capital, a partir dos anos 90, possa estar sendo explicada por uma maior capacidade de absorção da população dos municípios do interior. Algumas políticas e iniciativas tomadas pelos poderes públicos federal, estadual e municipal, de tentativa de melhora nas condições de vida no interior, podem estar contribuindo para o aumento dessa capacidade.





## Parte II

# Os Modelos Econométricos

Esta parte do livro apresenta uma série de modelos desenvolvidos para testar a hipótese de que há um efeito positivo do PIM sobre a floresta do Estado do Amazonas. Assim, inicialmente apresenta-se um modelo matemático comportamental desenvolvido com base em uma lógica econômica do Pólo. Em seguida é desenvolvida uma análise de correspondência onde alguns dos fatores observados no modelo comportamental matemático, entre outros, são avaliados a fim de serem candidatos nas análises econométricas. Após este segmento um modelo que testa causalidade de variáveis que levam ao desmatamento é desenvolvido e uma análise de clubes de desmatamento de municípios. Essa duas análises são desenvolvidas para a Região Norte e Estado do Amazonas. Por último, dois modelos, um cross-section e outro em dados de painel estimam o que aqui denominamos de Efeito PIM.



# CAPÍTULO 1

## O Modelo Comportamental Matemático do Pólo Industrial de Manaus

*James R. Kahn*

---

O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO Pólo industrial de Manaus pode ser considerado como um dos mais interessantes fenômenos econômicos da era pós-Segunda Guerra Mundial. No decorrer de várias décadas transformou-se de uma economia colapsada, após o segundo *boom* da borracha em um centro global de produção. É óbvio que os incentivos econômicos, associados ao PIM, têm conduzido a um excepcional crescimento econômico, à criação de empregos de qualidade e a uma melhora na qualidade de vida, tanto em Manaus como em áreas circunvizinhas. No entanto, este impacto de *per si* não é necessariamente uma justificativa suficiente para a existência continuada dos incentivos. Se tais incentivos não tivessem existido, muito do crescimento na atividade econômica poderia ter ocorrido em outras regiões do Brasil. Muito embora se possa estabelecer um forte argumento de equidade de que a redução das disparidades econômicas entre o norte e o sul do Brasil é do interesse nacional, é eficaz o exame dos impactos desses incentivos no contexto dos benefícios sociais totais para a nação como um todo. Assim, nesta seção buscou-se, até onde os dados permitirem, medir se os benefícios dos incentivos econômicos são maiores do que o aumento no Produto Interno Bruto – PIB que eles criaram.

Um exame da qualidade de vida e da vitalidade econômica de Manaus e região, e de como tal fato tem mudado a vida do PIM, sugere evidências preliminares de que o Pólo Industrial tem tido muito sucesso na transformação desta região para melhor. Contudo, muitas pessoas na sociedade brasileira o questionam, sob o argumento de que promove uma transferência ineficiente de recursos do sul para o norte do Brasil. Há vários modos de abordar essas preocupações. Primeiro, as transferências de recursos associadas ao PIM ocorrem no contexto de muitas outras transferências, incluindo-se um grande fluxo de benefícios, tais como, matérias-primas que são extraídas e depois enviadas para o sul e sudeste do Brasil onde há adição de valor. Não se pode isolar uma política a esse respeito e se dizer que é uma transferência inapropriada. Segundo, a transferência de recur-

sos ou riquezas, em busca de maior equidade, é uma função legítima do Governo. Terceiro, e que faz parte dos objetivos desta pesquisa, é que tal transferência pode ser economicamente eficiente de tal modo que o Pólo esteja criando benefícios líquidos para a sociedade brasileira, como um todo, não se constituindo, apenas, numa transferência de benefícios.

A política econômica é frequentemente considerada como uma busca por ganhos potenciais de Pareto, ou seja, a busca por mudanças que possam elevar o bem-estar de um componente da sociedade, de tal forma que esse seja maior do que a queda em bem-estar de outros componentes dessa sociedade. Por exemplo, um imposto adequado e bem estruturado sobre o carbono é considerado, por muitos economistas, como um potencial de melhoria global de Pareto. Embora a indústria petrolífera e aquelas que se apóiam fortemente em combustíveis fósseis sejam penalizadas com um imposto de carbono, a sociedade, como um todo, ficará melhor, à medida que os impactos das mudanças climáticas globais não sejam tão severos, de vez que o imposto de carbono vai reduzir o uso de combustíveis fósseis. Em outras palavras, este estudo examina a questão se a existência continuada do PIM se constitui numa potencial melhoria de Pareto para a nação brasileira como um todo.

Uma analogia importante com o PIM pode ser encontrada na época de depressão nos Estados Unidos, onde a Autoridade do Vale do Tennessee – TVA foi fundada para criar uma transformação econômica em uma área daquele país, a qual tinha pouca atividade econômica formal. A atividade econômica existente era unidimensional (extração de carvão) e as pessoas da região não gozavam da mesma qualidade de vida como a da nação como um todo. É interessante notar que o Tennessee é o Estado-irmão do Amazonas e Manaus a cidade-irmã de Knoxville, importante cidade daquele Estado norte-americano. McCormick (1992) escreveu sobre as semelhanças sociais e econômicas pré-PIM, no Amazonas e pré-TVA, no Tennessee. A TVA era levemente diferente do PIM no sentido de que se apoiava mais no investimento direto (principalmente na construção de usinas hidroelétricas para impulsionar o desenvolvimento econômico) que nos incentivos econômicos que formam a base do PIM. Não obstante, a transformação econômica, criada pela TVA, foi significativa e permitiu que a região se tornasse parte principal da sociedade Americana, da mesma forma que o PIM transformou Manaus e a região circunvizinha.

Se, por um lado, é evidente que o PIM tem tido um impacto transformacional sobre a região, aqueles que se opõem às transferências associadas ao PIM podem argüir que esses benefícios do desenvolvimento industrial teriam ocorrido em outras regiões do Brasil, se não tivessem ocorrido em Manaus. Nokia, Honda, Phillips e outras empresas poderiam ter se localizado em São Paulo, Fortaleza ou Rio Grande do Sul, se não tivessem se localizado em Manaus. Tal fato remete a duas questões. A primeira, que é parte deste estudo, é se realmente elas teriam se localizado em uma outra parte do Brasil se não tivessem se localizado em Manaus. Na verdade, elas poderiam ter se localizado no Chile, na Venezuela ou na

Argentina (ou México, ou Estados Unidos ou China) se não tivessem se localizado em Manaus. Contudo, os determinantes da localização industrial não são o foco principal deste trabalho. A segunda questão, que é o foco principal deste trabalho, é se existem outros benefícios sociais (que advêm dos níveis locais, regionais, nacionais e globais) da presença do PIM em Manaus. A hipótese deste trabalho, baseada no estudo original de Rivas (1998), é que o PIM tem levado a uma redução na pressão de desmatamento em Manaus e que os incentivos econômicos, associados ao PIM, têm reduzido incentivos para desmatamento naquelas áreas impactadas pelo Pólo.

Existem potencialmente duas categorias amplas dos citados benefícios sociais. A primeira pode ser chamada de “impacto direto do investimento estrangeiro”: seria se os incentivos gerassem investimento estrangeiro direto que poderiam ter se localizado fora do Brasil, se esses incentivos não existissem. Este efeito do investimento estrangeiro direto poderia ser, tanto de causa direta como indireta. A causa direta ocorreria se os incentivos em si fornecessem o estímulo para que o negócio se localizasse no PIM. A causa indireta ocorreria se os incentivos modificassem o ambiente de negócios (qualidade da força de trabalho, infra-estrutura pública, qualidade de vida em geral) de tal modo que a área de Manaus se tornasse uma localização preferida para a atividade industrial. A segunda pode ser denominada de “impacto externo positivo”, e ocorreria se a atividade econômica, associada ao PIM, criasse externalidades positivas ou bens públicos, tais como, pressão reduzida para o desmatamento.

Mesmo que se acredite que o impacto do investimento estrangeiro direto esteja presente, a existência de tal efeito seria de difícil confirmação por meio de testes empíricos. Tal confirmação iria requerer dados primários gerados por questionários para firmas localizadas no PIM, situadas no Brasil, mas não no Pólo, e localizadas fora do Brasil. Então, uma análise multinomial logit podia ser conduzida para identificar os determinantes da localização industrial. Este tipo de conjunto de dados não existe atualmente e a criação de tal conjunto está além do escopo deste projeto.

Conseqüentemente, esta pesquisa focará em testar a existência do segundo efeito, qual seja, a existência de externalidades positivas associadas à presença desta atividade econômica. Especificamente, testar-se-á a hipótese de que os incentivos econômicos tiveram um impacto significativo na redução da pressão por desmatamento nos arredores do PIM.

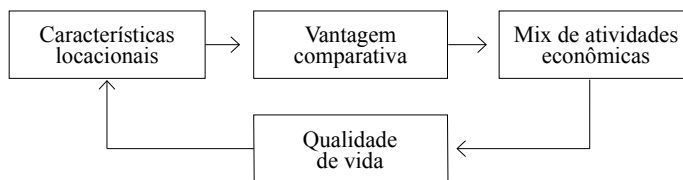
## Análise de localização

A maioria dos modelos econômicos não apresenta uma dimensão espacial. Por exemplo, modelos tradicionais de crescimento, modelos de produção, e modelos de oferta e demanda não possuem variáveis definidas espaciais, embora os modelos sejam definidos para uma região geográfica específica ou mercado. Con-

tudo, esta falta de consideração espacial em muitos modelos econômicos, realmente, implica numa falta de literatura na qual se basear os modelos conceituais dos benefícios sociais do PIM aqui considerados. Uma literatura pequena, mas, muito expressiva, tem se desenvolvido para fazer face às forças espaciais e seus impactos no comportamento econômico. Principiando-se com o trabalho clássico de Von Thünen (1966), e continuando pelo trabalho de Muth (1969) and Mills (1972) sobre o monocêntrico modelo de urbanização, e prosseguindo pela literatura na ciência regional (e.g. Harris, 1985), a natureza crítica da localização tem sido amplamente demonstrada.

As características espacial e de localização são importantes determinantes da vantagem comparativa de uma região. A vantagem comparativa de uma região é uma importante determinante das atividades econômicas de uma região, e as atividades econômicas em uma região são importantes determinantes da qualidade de vida de uma região. A qualidade de vida pode, por sua vez, influenciar a vantagem comparativa por efeitos de retro-alimentação, uma vez que uma melhor qualidade de vida pode tornar uma região uma melhor alternativa de investimento. Por exemplo, quanto mais alta a qualidade de vida de uma região, mais fácil é atrair a força de trabalho técnica e gerencial de um negócio. Esta cadeia de influências é representada no diagrama de fluxo ilustrado na Figura 1.

*Figura 1 – Característica de localização e vantagem comparativa*



Os modelos econômicos desenvolvidos por Von Thünen e outros focalizam no custo de transporte como um determinante da atividade econômica. Esses modelos foram construídos no contexto de um único centro urbano, mas a importância dos custos de transporte permanece central, mesmo no contexto de uma região de tamanho continental como a Amazônia. Na realidade, as imensas distâncias e a falta de infra-estrutura de transporte na Amazônia aumentam a importância dos custos de transporte.

Em regiões remotas, tal como a Amazônia, que são distantes dos mercados, a vantagem comparativa se apóia nos produtos extrativistas, por duas razões primárias: a primeira é que produtos extrativistas não demandam o uso extensivo



de insumos manufaturados. Esses insumos são freqüentemente associados com os custos de transporte muito altos. A segunda é que, uma vez que os produtos extrativistas, tais como, o minério, os grãos ou a madeira, são transportados em navios ou barcas, os custos marginais de transporte se reduzem, já que o custo de combustível, por unidade de produto, é relativamente baixo. Em contraste, os bens manufaturados tendem a ter os custos marginais de transporte altos porque requerem necessidades de manuseio especiais, evitando que sejam tratados como produtos volumosos, o que gera custos de combustíveis relativamente altos por unidade do produto.

Presumindo-se que a vantagem comparativa da região Amazônica, como um todo, sejam as atividades extrativistas, poder-se-ia esperar que os empresários investissem nesses tipos de atividades. Embora a onda inicial de desmatamento tenha sido criada por imigrantes agricultores de pequena escala, o desmatamento mais recente tem sido causado por atividades extrativistas em nível industrial, tais como, o cultivo da soja, o corte de madeira industrial e o gado. Embora seja possível explicar a diferença entre os índices de desmatamento no Amazonas e nos estados periféricos, nos anos 70 e no princípio dos anos 80, como sendo gerada pela imigração para os estados periféricos, não é possível se explicar as diferenças nos anos 90, até a presente data. Como será possível observar nas seções seguintes, há uma aparente relação, no Estado do Amazonas, entre o PIM e os baixos índices do seu desmatamento. Antes, porém, de testar a hipótese sugerida, é necessário explorar o mecanismo comportamental pelo qual o PIM deverá impactar o desmatamento. A discussão acima conduz à questão de como o PIM tem afetado a vantagem comparativa, que é investigada na seção seguinte.

## Mercados de capital e vantagem comparativa

O impacto do PIM sobre a escolha de atividades econômicas tem a ver com o jogo entre os mercados de capital e a vantagem comparativa. Os incentivos econômicos mudam a vantagem competitiva de tal modo que influenciam a escolha entre as opções de investimento, e as opções que são escolhidas conduzem a menos desmatamento do que as opções que teriam sido escolhidas na ausência do PIM.

Primeiro, é importante notar que as maiores companhias multinacionais que se localizaram em Manaus têm completo acesso ao capital, seja dos ganhos retidos, emissão de ações ou empréstimo dos mercados de crédito globais. Eles tomam suas decisões de investimento baseados nos critérios convencionais, tais como, o risco e a taxa de retorno esperada (pós-impostos). Embora os altos custos de transporte associados à localização na região de Manaus possam levar à diminuição da taxa de retorno potencial, o ajuste dessa taxa, depois dos impostos e ajustadas pelos incentivos, compensa pelos altos custos de transporte e afasta a

vantagem comparativa da região de Manaus dos recursos extrativistas<sup>1</sup>, em direção aos bens manufaturados.

Além disso, os efeitos de aglomeração têm se desenvolvido na região de Manaus. Esses efeitos se referem a um conjunto de economia de escala que existem quando um grande número de indústrias similares se localiza numa mesma área. A especialização da força de trabalho, infra-estrutura política especializada, e o desenvolvimento de indústrias locais que suprem insumos, reduzem os custos de produção e continuam a definir a vantagem comparativa direcionada à manufatura. É por meio do desenvolvimento das indústrias locais que as externalidades relativas à floresta amazônica começam a se desenvolver, de vez que representam uma diversificação de capital de investimento mais distante das indústrias extrativistas e em direção às indústrias de manufatura e de serviços que dão suporte à manufatura.

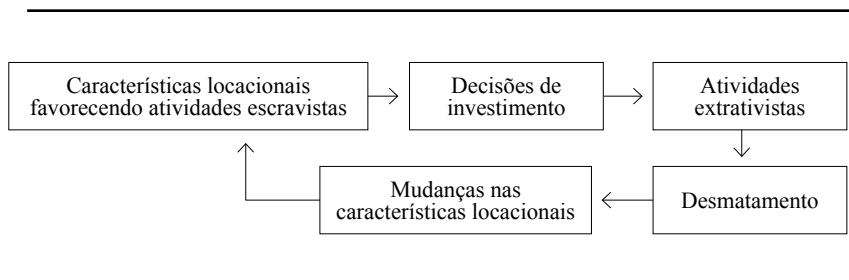
Embora se possa afirmar com muita certeza que as firmas multinacionais industriais têm acesso aberto ao mercado de capitais, o mesmo não se pode dizer com relação aos empresários locais. O isolamento do Amazonas dos mercados de crédito mundiais e as taxas de juros extremamente altas, associadas ao mercado de crédito brasileiro, implicam em que há um montante limitado de fundos de investimento na Amazônia e as oportunidades de investimento competem entre si por esses fundos. As economias de aglomeração e a demanda por bens e serviços, criadas pelos empreendimentos multinacionais (e grandes brasileiros) no PIM criam oportunidades de investimento não extrativista, em Manaus, que não existem em outro lugar na Amazônia. A diversidade de fundos de investimento em atividades que apóiam a manufatura, em Manaus, reduz o número de atividades de desmatamento na região.

A Figura 2 ilustra a mudança de eventos que ocorrem quando a vantagem comparativa favorece as atividades extrativistas, em consequência dos altos custos de transporte. Os investimentos são feitos em atividades extrativistas, tais como, madeira e agricultura, o que conduz ao desmatamento. O desmatamento e a atividade extrativista, mais tarde, orientam as atividades de investimento, bem como os acessos provenientes do desmatamento, rodovias vicinais, depósitos de grãos e outros efeitos de aglomeração e externalidades, associados às atividades extrativistas, que, mais tarde, levam às vantagens comparativas, em direção à atividade extrativista, criando-se uma noção, bem observada, de que o desmatamento leva a mais desmatamento.

---

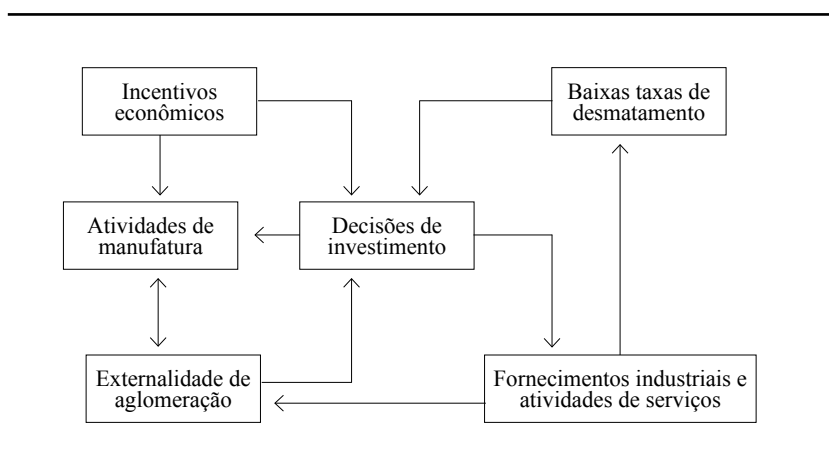
<sup>1</sup> É claro, se houver um grande depósito de minério disponível para ser extraído a um custo relativamente baixo (tal como é o caso de Pitinga, no município de Presidente Figueiredo, AM), a vantagem comparativa da região circundando a reserva mineral é em mineração.

Figura 2 – Decisões de investimento e efeitos de retro-alimentação em áreas fora do PIM



Em contraste, na área do PIM, as atividades de manufatura proporcionam mais atividades de manufatura, bem como suprimento de insumos de serviços não-extrativistas, em apoio às atividades de manufatura. Isso é ilustrado na Figura 3, onde as atividades de manufatura, geradas pelos incentivos econômicos do PIM, diretamente impulsionam as decisões de investimento para as atividades de suprimento industrial e de serviços. Os efeitos de aglomeração também fornecem uma rota indireta pela qual os incentivos, mais tarde, modificam a vantagem comparativa e as decisões de investimento, em favor das atividades não-extrativistas. Além do mais, existe um efeito de retro-alimentação posterior, à medida que as atividades industriais de serviços intensificam os efeitos de aglomeração. Ao mesmo tempo, a pressão de desmatamento reduzida é associada a menos abertura da floresta, reduzindo-se, assim, o acesso potencial e a habilidade de se engajar em atividades de desmatamentos adicionais.

Figura 3 – As decisões de investimento e os efeitos de retro - alimentação no PIM



Embora o diagrama acima mostre um complicado fluxo de relações de causa e efeito, a intuição subjacente ao diagrama é bem simples. É mais provável que um empresário do PIM invista em atividades não-extrativistas, porque o ambiente do PIM torna os investimentos em atividades não-extrativistas mais atrativos do que em atividades extrativistas.

## O modelo matemático

O modelo matemático do comportamento da firma na Amazônia focará no comportamento de uma firma individual e sua decisão concernente à magnitude de investimento em atividades extrativistas, atividades de manufatura ou em ambos. Seguindo a discussão acima, ver-se-á o capital financeiro para investimentos como limitado, assim o montante de investimento em capital extrativista ( $I_E$ ) e o montante investido no capital de manufatura ( $I_M$ ) é limitado ao conjunto de fundos de investimento que se encontram disponíveis ( $I_O$ ), ou  $I_O = I_E + I_M$ .

A fim de simplificar a solução para a otimização do modelo, funções de produção de log-linear simples são empregadas. O produto da manufatura ( $Q_M$ ) é escrito somente como uma função do montante de capital devotado à manufatura ( $K_M$ ), ou

$$Q_M = \alpha_0 K_M^{\alpha_1} \quad (1)$$

De modo similar, o produto extrativista é considerado ser uma função de capital,  $K$ , e de terra desmatada,  $D$ , ou

$$Q_E = B_0 K_E^{\beta_1} D^{\beta_2} \quad (2)$$

Neste modelo, se está presumindo que a terra é somente produtiva para um período de produção, o que elimina a necessidade de se tratar a terra como um estoque variável e adicionar-se mais uma equação de estado ao modelo. Embora isso seja verdadeiro aos produtos florestais, não é exatamente verdadeiro para a agricultura. Contudo, para a agricultura isso não é um pressuposto incorreto do modelo, uma vez que as perdas de fertilidade do solo sem floresta podem ocorrer rapidamente. Este pressuposto não compromete o processo de modelagem.

O custo de produção para produzir manufaturados é simplesmente o custo do capital empregado na manufatura, ou  $rK_M$ . De modo semelhante, a função de custo para o produto extrativista é a soma do custo de capital e o custo de converter a floresta em área desmatada,  $rK_E + y_0 D^{y_1}$ .

O problema de maximização do lucro de uma firma individual pode ser escrito como

$$\max \int_0^{\infty} \{ [(P_M - T_{cM})\alpha_0 K_M^{\alpha_1} - rK_m] \tau_m + [(P_E - T_{cE})\beta_0 K_E^{\beta_1} D^{\beta_2} - rK_E - \gamma_0 D^{\gamma_1}] \tau_e \} e^{-rt} dt \quad (3)$$

Onde  $T_{cM}$  é igual ao do custo de viagem unitário do produto manufaturado,  $T_{cE}$  é igual ao custo de viagem unitário do produto extrativista,  $\tau_e$  é igual ao imposto pago pelas indústrias em geral (incluindo-se o produto extrativista) e  $\tau_m$  é igual ao imposto pago pelas indústrias com produtos manufaturados, qualificadas para receber incentivos econômicos do PIM. Note que  $\tau_e > \tau_m$  e quanto maior o nível de incentivos econômicos, menor  $\tau_m$ . O problema de maximização acima está sujeito às seguintes restrições:

$$I_o = I_E + I_M \quad (4)$$

$$\frac{\partial K_M}{\partial t} = I_M - \delta_M K_M \quad (5)$$

$$\frac{\partial K_E}{\partial t} = I_E - \delta_E K_E \quad (6)$$

A Equação (4) representa a limitação sobre o montante de capital financeiro disponível para investimento e as Equações (5) e (6) representam as equações de estado para as variáveis que medem o capital, com  $\delta_m$  e  $\delta_e$  referindo-se aos índices de depreciação de manufatura e capital extrativista. A primeira restrição apresentada na equação (4) pode ser substituída na equação (5) e o problema de maximização pode ser escrito, conforme a função Hamiltoniana (7).

$$\begin{aligned} H = & \{ [P_M - T_{cM})\alpha_0 K_m^{\alpha_1} - rK_m] \tau_m + \\ & [(P_E - T_{cE})\beta_0 K_E^{\beta_1} D^{\beta_2} - rK_E - \gamma_0 D^{\gamma_1}] \tau_e \} e^{-rt} \\ & + \lambda_m ([I_o - I_E] - \delta_M K_m) + \lambda_E (I_E - \delta_E K_E) \end{aligned} \quad (7)$$

As condições de primeira ordem para a maximização da equação Hamiltoniana (7) seguem abaixo na equação (8) e são completamente escritas por extenso nas equações (8a) até a (8d).

$$\frac{\partial H}{\partial I_E} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial D} = 0, \quad \frac{\partial \lambda_m}{\partial t} = -\frac{\partial H}{\partial K_M}, \quad \frac{\partial \lambda_E}{\partial t} = -\frac{\partial H}{\partial K_E} \quad (8)$$

$$\frac{\partial H}{\partial I_E} = 0 = -\lambda_M + \lambda_E \quad (8a)$$

$$\frac{\partial H}{\partial D} = 0 = [(P_E - T_{cE})\beta_2\beta_0 K_E^{\beta_1} D^{\beta_2} - \gamma_1\gamma_2 D^{\gamma_1-1}] \tau_e e^{-rt} \quad (8b)$$

$$\frac{\partial \lambda_M}{\partial t} = [(P_m - T_{cM})\alpha_1\alpha_0 K_M^{\alpha_1-1} - r] \tau_M e^{-rt} + \lambda_m \delta_m \quad (8c)$$

$$\frac{\partial \lambda_E}{\partial t} = -[(P_E - T_{cE})\beta_1\beta_0 K^{\beta_1-1} D^{\beta_2} - r] \tau_E e^{-rt} + \lambda_E \delta_E \quad (8d)$$

Da equação (8a)  $\lambda_M = \lambda_E$ , que implica em  $\frac{\partial \lambda_M}{\partial t} = \frac{\partial \lambda_E}{\partial t}$  e que o lado

direito da equação (8c) pode ser igualado ao lado direito da equação (8d). Se a equação (8b) for substituída na equação resultante e os termos rearranjados para encontrar o nível ótimo de desmatamento, ela produz a Equação (9).

$$D = \left\{ \left[ \frac{K_E \beta_2}{\gamma_1 \gamma_0 (1-\tau)} \right] [(P_m - T_{cM})\alpha_1\alpha_0 K_M^{\alpha_1-1} (1-\tau + \sigma) - r\sigma + \lambda_E (\delta_E - \delta_M) e^{rt}] \right\}^{\frac{1}{\gamma_1}} \quad (9)$$

A equação acima, construída a partir de um modelo dinâmico, mostra matematicamente como ocorre o desmatamento associado ao Pólo Industrial de Manaus. Diferencia-se a equação em relação à  $\sigma$ , fator de redução dos impostos, para determinar como esse importante fator pode afetar o desmatamento. A nova expressão é apresentada na Equação 10.

$$\begin{aligned}
\frac{\partial D}{\partial \sigma} = & \gamma_1 \left\{ \left[ \frac{K_E \beta_2}{\gamma_1 \gamma_0 (1-\tau)} \right] [(P_m - T_{cM}) \alpha_1 \alpha_0 K_M^{\alpha_1-1} (1-\tau + \sigma) - r\sigma + \right. \\
& \left. \lambda_E (\delta_E - \delta_M) e^{rt} \right\}^{\frac{1-\gamma_1}{\gamma_1}} \left\{ \left[ \frac{K_E \beta_2}{\gamma_1 \gamma_0 (1-\tau)} \right] (P_m - T_{cM}) \alpha_1 \alpha_0 K_M^{\alpha_1-1} \right. \\
& + \frac{\partial K_M}{\partial \sigma} (\alpha_1 - 1) (P_m - T_{cM}) (\alpha_1 \alpha_0 K_M^{\alpha_1-2}) (1-\tau + \sigma) - r + \\
& \frac{\partial \lambda}{\partial \sigma} (\delta_E - \delta_M) + \\
& \left. \frac{\beta_2}{\gamma_1 \gamma_2 \beta_1 (1-\tau)} \frac{\partial K_E}{\partial \sigma} [(P_m - T_{cM}) \alpha_1 \alpha_0 K_M^{\alpha_1-1} (1-\tau + \sigma) - r\sigma + \right. \\
& \left. \lambda_E (\delta_E - \delta_M) e^{rt} \right\}
\end{aligned} \tag{10}$$

É muito difícil avaliar o sinal da primeira derivada mostrada em (10), porque o termo que é elevado a potência  $(1-\gamma_1)/\gamma_1$  pode ser, tanto positivo quanto negativo. Isso significa que toda a expressão (10a), pode ser positiva, negativa ou mesmo imaginária.

$$\begin{aligned}
\gamma_1 \left\{ \left[ \frac{K_E \beta_2}{\gamma_1 \gamma_0 (1-\tau)} \right] [(P_m - T_{cM}) \alpha_1 \alpha_0 K_M^{\alpha_1-1} (1-\tau + \sigma) - r\sigma + \right. \\
\left. \lambda_E (\delta_E - \delta_M) e^{rt} \right\}^{\frac{1-\gamma_1}{\gamma_1}}
\end{aligned} \tag{10a}$$

Entretanto, é muito pouco provável que ela seja negativa ou imaginária, porque o único componente, que é verdadeiramente negativo na equação (10a) é  $(-r\sigma)$ , o qual é produto de dois números que são significativamente menores do que um. Pode ser negativo, se a taxa de depreciação do capital manufatureiro for maior do que a taxa de depreciação do capital extrativista. Todos os outros componentes da equação (10a) são, definitivamente, positivos. Assim, é provável que essa equação seja definitivamente positiva (não negativa ou imaginária) e o sinal da derivada será estabelecido pela expressão elevada à potência,  $(1-\gamma_1)/\gamma_1$  na equação (10). Antes de analisar essa expressão, é possível remover alguma ambigüidade, associada ao sinal da equação (10a), assumindo que  $\gamma_1$  é igual a 1. Isso implica que o custo de cortar a floresta é proporcional ao montante de floresta já cortada. Se este for o caso, a equação (10a) pode ser igual a 1 e a equação (10) pode ser reescrita como mostra a equação (10b).

$$\begin{aligned}
\frac{\partial D}{\partial \sigma} = & \left[ \frac{K_E \beta_2}{\gamma_1 \gamma_0 (1-\tau)} \right] [(P_m - T_{cM}) \alpha_1 \alpha_0 K_M^{\alpha_1-1}] & (10b) \\
& + \frac{\partial K_M}{\partial \sigma} (\alpha_1 - 1) (P_m - T_{cM}) (\alpha_1 \alpha_0 K_M^{\alpha_1-2}) (1-\tau + \sigma) - r + \\
& \frac{\partial \lambda}{\partial \sigma} (\delta_E - \delta_M)] + \frac{\beta_2}{\gamma_1 \gamma_2 \beta_1 (1-\tau)} \frac{\partial K_E}{\partial \sigma} [(P_m - T_{cM}) \alpha_1 \alpha_0 K_M^{\alpha_1-1} (1-\tau + \sigma) - r \sigma + \\
& \lambda_E (\delta_E - \delta_M) e^{rt}]
\end{aligned}$$

Sem ambigüidade, todos os termos nessa equação são positivos, exceto  $(\alpha_1 - 1)$  e  $(\delta_E - \delta_M)$  que pode ser negativo ou positivo.  $\partial K_E / \partial \sigma$  e  $-r$  são definitivamente negativos. Isso implica que o impacto dos incentivos econômicos sobre o desmatamento pode ser negativo ou positivo. Porém, quanto maior os incentivos de desencorajar o investimento sobre o capital extrativista mais provável será que o seu sinal será negativo.

Modelos de ótimo controle são, por natureza, complexos e suas soluções são ainda mais complexas. A derivada e a solução das condições de primeira ordem para o nível de desmatamento para essa expressão mostram que existe um caminho, por meio do qual subsídios levam a menos desmatamento. Certos valores dos parâmetros podem implicar que desmatamento aumenta com o aumento dos subsídios, o que leva à necessidade de realizar investigação empírica da direção e magnitude desse impacto.

Uma discussão intuitiva do comportamento das firmas, baseada na literatura sobre a teoria locacional desenvolvida anteriormente, mostra que existe um argumento muito forte que subsídios modificam a vantagem comparativa, em favor da manufatura e contra indústrias extrativistas. De maneira similar, dois modelos distintos utilizaram, em momentos também distintos, a teoria do ótimo controle, para mostrar que existe um caminho, por meio do qual o desmatamento no Amazonas é reduzido, em razão de incentivos econômicos ao setor industrial do PIM. O modelo original de Rivas (1998), que foi desenvolvido com base na perspectiva do planejador social, constatou esse fato. O modelo apresentado anteriormente, baseado na maximização individual da firma chega ao mesmo resultado. A discussão intuitiva e ambos os modelos matemáticos formais indicam que existe razões substanciais para acreditar que os incentivos econômicos têm um impacto sobre o desmatamento, que pode ser negativo ou positivo, mas é provável que seja negativo (assim sendo por meio da redução da taxa de desmatamento).

A modelagem não pode ser usada para provar que incentivos econômicos reduzem ou aumentam o desmatamento. Entretanto, o modelo matemático fornece evidências suficientes para formular a hipótese de que os incentivos econômicos



contribuem para reduzir o desmatamento no Estado do Amazonas. Tal hipótese pode ser testada, utilizando-se análises de regressão com variáveis relevantes apresentadas no modelo. Em essência, é possível estimar uma forma simplificada das equações (10) ou (10b), com a taxa de desmatamento sendo uma função de preços, custos de transporte e incentivos econômicos, entre outras variáveis explicativas, e, aí sim, observar os coeficientes estimados para responder a essas importantes questões.

O modelo comportamental matemático de otimização dinâmica desenvolvido até aqui fundamenta e apresenta um conjunto de variáveis que podem ser utilizadas no teste econométrico. Algumas dessas variáveis precisam ser agora detalhadas e/ou mais bem explicitadas. Assim, os próximos passos irão analisar essas variáveis à luz da literatura especializada sobre o desmatamento tropical e, particularmente, na Amazônia. Para isso serão desenvolvidas análises de correspondência, quantílica e de formação de clubes de desmatamento para em seguida realizar-se os testes econométricos que estimarão o *efeito PIM*.

# CAPÍTULO 2

## Uma Análise de Correspondência do Desmatamento no Estado do Amazonas

*Carlos Edwar de C. Freitas*

*Fabiola A. do Nascimento*

---

HÁ MAIS DE DOIS BILHÕES DE ANOS, a África e a América do Sul ainda formavam um único continente. Quando a América do Sul começou a se separar da África, a região oeste da Bacia Amazônica drenava para o oceano Pacífico, enquanto que a parte leste já drenava para o novo oceano Atlântico.

Após o soerguimento dos Andes e a medida que África e América do Sul se separavam, a forma atual da drenagem da bacia começou a se formar. Hoje, a Bacia Amazônica é uma complexa região, cortada por mais de mil rios, formando a maior bacia hidrográfica do planeta, cujo sistema fluvial abrange cerca de 7.000.000km<sup>2</sup> de área de captação, com uma descarga de aproximadamente 1/5 – 1/6 da quantidade de água doce mundial (Sioli, 1968).

Atualmente, a Amazônia abriga a maior floresta tropical do mundo e contém um terço de todas as florestas remanescentes desse tipo. A região, compartilhada por nove países sul-americanos, apresenta 69% em território brasileiro (Ab'Sáber, 1977), correspondente a aproximadamente 4,8 milhões de Km<sup>2</sup>. Ela também guarda uma enorme quantidade de carbono, possui uma imensa riqueza biológica, com milhões de espécies – muitas das quais ainda desconhecidas da ciência – e tem uma riqueza cultural igualmente diversa, com populações tradicionais e indígenas de longa e rica tradição no convívio com a floresta.

A Amazônia abriga cerca de 1/3 do estoque genético de nossa biosfera. Ainda que os dados não sejam definitivos, estima-se que existam na região cerca de 60.000 espécies de plantas, 2,5 milhões de espécies de artrópodes, até 5.000 espécies de peixes e 300 de mamíferos, Tabela 1.

De acordo com Poore & Sayer (1987), em regiões como a Amazônia e o sudeste da Ásia, não mais que um terço dessas espécies foram descritas pelos cientistas e, entretanto, aproximadamente 15.000 espécies de plantas já têm, há algum tempo, uso corrente não-madeireiro (farmacêutico, alimentar, banco de germoplasma para melhoramento genético de culturas diversas, dentre outros) por parte das populações dessas regiões.

De acordo com Gentry (1986), parece claro que, de uma perspectiva mundial, as florestas tropicais merecem mais atenção que os ecossistemas das zonas temperadas, não apenas por causa da sua maior riqueza de espécies, mas também por sua maior concentração de endemismos locais.

O Território brasileiro é formado por sete biomas, Figura 1. O Bioma AMAZÔNIA estende-se do Oceano Atlântico aos contrafortes orientais da Cordilheira dos Andes, até aproximadamente 600 metros de altitude '(Ab'Saber, 1977). No Brasil, este bioma compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Roraima, abrigando uma população de mais de 20 milhões de habitantes (IBGE,2007), Figura 2.

*Figura 1 – Biomas Brasileiros*



Figura 2 – Densidade demográfica dos estados brasileiros que representam a Baía Amazônica.

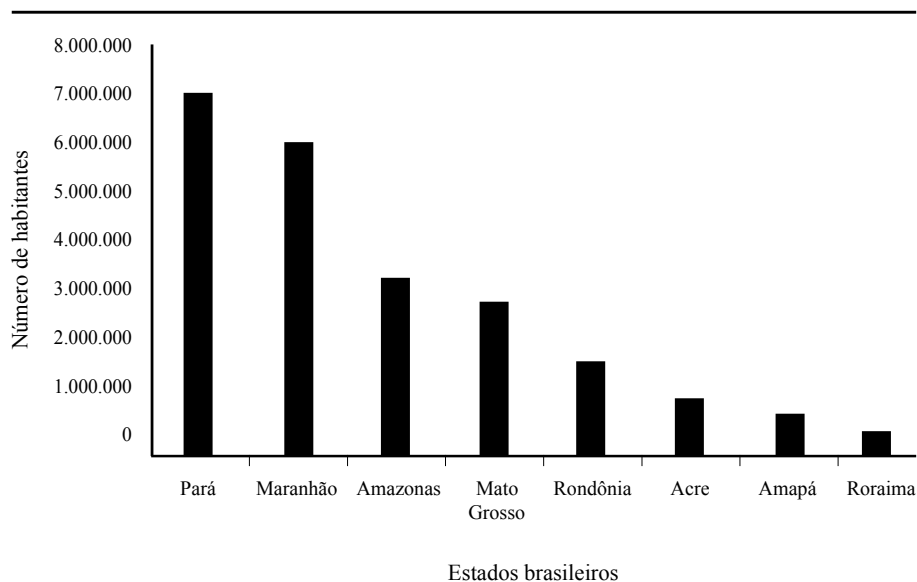


Tabela 1 – Estimativa do número de espécies no Planeta Terra e no Brasil.

Grupo	Número de Espécies	
	Planeta	Brasil
Plantas	270.000	55.000
Aves	9.000	1.650
Mamíferos	4.600	540
Répteis	6.300	480
Anfíbios	4.200	600
Peixes	20.000	7.000

Fonte: Wilson, 1988.

O estado atual de conservação da Amazônia e as perspectivas para o futuro são objetos de inúmeros debates e estudos. É consenso que a perda da cobertura florestal terá efeitos adversos sobre todo o ecossistema, com degradação dos serviços ambientais e perda de biodiversidade em escalas catastróficas. Deste modo, uma maneira de avaliar o estado de conservação do ecossistema amazônico é analisar o processo de desmatamento que vêm ocorrendo.

## Desmatamento na Amazônia

Os processos históricos de ocupação da Amazônia vêm, em geral, resultando em incrementos significativos nas taxas de desmatamento, principalmente nas porções Sul e Leste da Bacia. Segundo Ferreira *et al.*(2005), as questões mais urgentes em termos de conservação e uso dos recursos naturais da Amazônia estão relacionadas com a perda, em grande escala, de funções críticas do ecossistema amazônico em função do avanço do desmatamento.

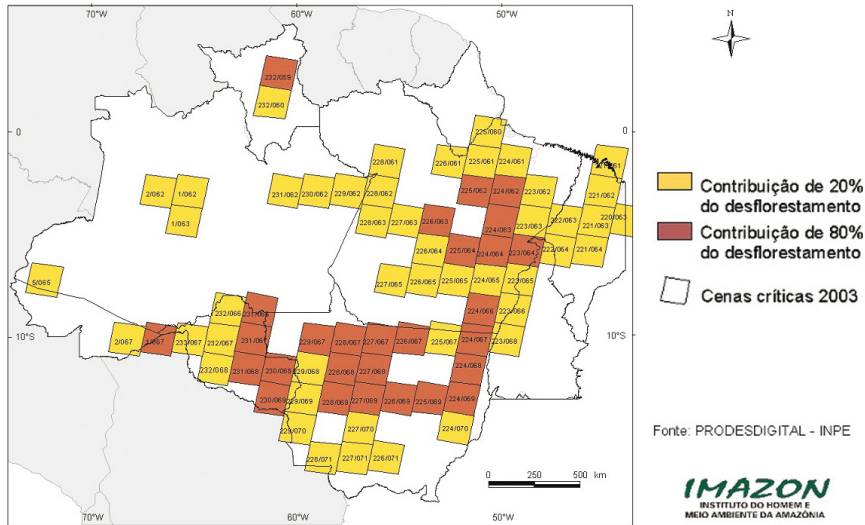
Os autores relacionam o aumento no desmatamento com o incremento das atividades econômicas e a processos como: especulação de terra ao longo das estradas, crescimento das cidades, aumento dramático da pecuária bovina, exploração madeireira e agricultura familiar (recentemente a agricultura mecanizada), principalmente ligada ao cultivo de soja e de algodão. Por outro lado, é importante salientar que, em geral, a tendência crescente observada até 2003 e 2004, foi revertida e as taxas de desmatamento foram menores nos anos de 2005 e 2006, Tabela 2.

Como visto na Figura 3, o desmatamento na Amazônia não ocorre de forma homogênea. Os estados do Mato Grosso e do Pará apresentam as maiores taxas de desmatamento, em um padrão que permanece constante desde a última década. As outras áreas de desmatamento acentuado são pontuais e encontram-se no entorno de capitais estaduais, cidades de médio porte ou associadas a grandes projetos.

*Tabela 2 – Dados de desmatamento por estado da Amazônia Legal, em km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup>, no período de 2000 a 2006 (Fonte: PRODES/INPE - disponível em [www.obt.inpe.br/prodes](http://www.obt.inpe.br/prodes)).*

<i>Estado</i>	<i>Ano</i>						
	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>
Acre	574	419	762	1061	729	539	323
Amazonas	612	634	881	1587	1211	752	780
Amapá	-	7	0	46	46	33	30
Maranhão	1065	958	1014	755	755	922	651
Mato Grosso	6369	7703	7892	11814	11814	7145	4333
Pará	6671	5237	7324	8521	8521	5731	5505
Rondônia	2465	2673	3067	3834	3834	3233	2062
Roraima	253	345	84	311	311	133	231
Tocantins	244	189	212	158	158	271	124

Figura 3 – Áreas críticas de desmatamento na Amazônia em 2003. Fonte: PRODES/INPE – disponível em [www.obt.inpe.br/prodes](http://www.obt.inpe.br/prodes).



A concentração do desmatamento nos Estados de Mato Grosso, Pará e Roraima também pode ser verificada pela predominância de municípios entre aqueles com maiores áreas desmatadas nos últimos cinco anos, Tabela 3. Sendo que o Estado do Amazonas apresenta apenas o município de Lábrea, localizado no Sul do estado, entre os 15 municípios com as maiores taxas de desmatamento.

Tentativas simplistas para explicar a distribuição da pressão de desmatamento na Amazônia tendem, em geral, a elencar isoladamente fatores como: características geográficas, presença de estradas (oficiais e clandestinas), existência de projetos de assentamento agrícola, programas de financiamento agrícola, pressões de mercado, agronegócio (principalmente pecuária e soja), etc. Entretanto, o fenômeno do desmatamento é bastante complexo, com um grande número de variáveis e interações de variáveis atuando em quadro multivariado. Além disso, variáveis de difícil quantificação, como conjunturas políticas, podem ser determinantes para a variação na taxa de desmatamento em um dado período.

*Tabela 3 – Quinze municípios da Amazônia Legal com maiores áreas desmatadas nos últimos quinze anos.*

Município	UF	Ano				
		02	03	04	05	06
São Félix do Xingu	PA	795,9225	898,18	571,2875	982,74	435,195
Juara	MT	409,77	309,775	315,755	401,2525	199,12
Santana do Araguaia	PA	370,155	342,2575	285,2225	486,0925	136,27
Cumaru do Norte	PA	360,5125	347,92	400,28	576,92	174,8025
Porto Velho	RO	234,51	353,825	503,1725	402,785	198,1175
Novo Repartimento	PA	169,79	501,465	436,675	205,335	425,2475
Pacajá	PA	55,0575	203,28	261,8375	279,64	213,69
Nova Ubiratã	MT	302,1225	368,385	381,6275	254,535	72,855
Altamira	PA	346,05	393,71	364,2375	293,9775	192,68
Aripuanã	MT	344,9575	402,68	380,12	329,8875	51,8625
Novo Progresso	PA	492,805	297,5725	422,905	139,34	177,1375
Colniza	MT	316,2625	477,7525	567,57	514,935	211,5075
Nova Maringá	MT	193,06	229,895	445,435	384,7275	42,1075
Lábrea	AM	204,81	446,8525	335,0975	178,9425	237,075
Nova Bandeirantes	MT	188,375	223,8025	371,9425	290,2925	122,9575

Em uma tentativa de observar padrões gerais de ordenação dos estados da Amazônia Legal, analisando as taxas de desmatamento em função de variáveis geográficas e/ou resultantes de políticas públicas, efetuamos uma abordagem multivariada, usando uma Análise de Correspondência, tendo os estados como objetos e alguns indicadores de atividades econômicas como variáveis:

- LAV – Lavoura Permanente
- PIB – Produto Interno Bruto
- REB – Rebanho Bovino
- DESM – Desmatamento Médio (2000 a 2006)

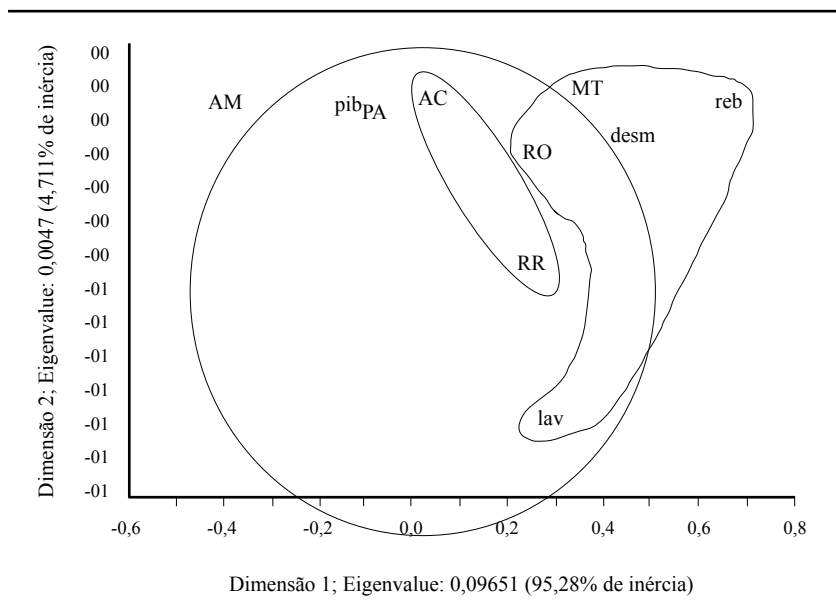
Em face dos baixos valores de desmatamento observados para o estado do Amapá, este não foi incluído nas análises. Decisão idêntica foi tomada para os estados do Maranhão e de Tocantins, desta vez em razão da distância destes em relação ao Pólo Industrial de Manaus.

Em razão do valor elevado do *eigenvalue*<sup>1</sup> da primeira dimensão, que responde por cerca de 95% da variabilidade do modelo, apenas essa será interpretada. O estado do Amazonas apresenta características bastante distintas dos demais estados inseridos na análise. Tendo um Produto Interno Bruto (PIB) elevado e valores baixos para as variáveis “desmatamento médio”, “lavoura” e “rebanho bovino”, infere-se que outras atividades econômicas, provavelmente com baixa relação com o desmatamento, são responsáveis pela economia no estado, Figura 4.

Do lado oposto da dimensão 1, os estados de Mato Grosso e Rondônia apresentam desmatamento elevado e relacionado diretamente com as atividades agropecuárias, Figura 4. Os estados do Acre e Roraima, por sua vez, apresentam baixas taxas de desmatamento e valores de PIB igualmente baixos, representando a baixa atividade econômica presente. O estado do Pará, por outro lado, apresenta PIB elevado, mas em contrapartida, elevados valores observados das variáveis “desmatamento”, “rebanho bovino” e “lavoura” o colocam em uma posição intermediária no gráfico, sob influência das duas categorias de variáveis.

No Estado do Amazonas, o processo de desmatamento também ocorre de forma desigual. O Sul do Amazonas, em particular os municípios de Apuí, Humaitá e Lábrea, apresentam taxas maiores e crescentes de desmatamento do que as demais regiões do Estado.

Figura 4 – Análise de Correspondência usando os estados como objetos e alguns indicadores econômicos como descritores.



<sup>1</sup> Eigenvalues são um conjunto especial de escalares associados a um sistema de equação lineares (Hoffman and Kunze 1971).



Buscando evidenciar esta distribuição desigual no desmatamento, realizamos uma Análise Discriminante, agrupando os municípios do Estado do Amazonas.

*Tabela 4 – Divisão do estado do Amazonas em microrregiões.*

<i>Grupo de municípios</i>	<i>Municípios</i>
Alto Solimões (AS)	Amaturá Atalaia do Norte Benjamin Constant Fonte Boa Jutai Santo Antonio do Içá São Paulo de Olivença Tabatinga Tonantins
Boca do Acre (BA)	Boca do Acre Pauini
Coari (CO)	Anamá Anori Beruri Caapiranga Coari Codajás
Itacoatiara (IT)	Itacoatiara Itapiranga Nova Olinda do Norte Silves Urucurituba
Japurá (JP)	Japurá Maraã
Juruá (JU)	Carauari Eirunepé Envira Guarajá Ipixuna Itamarati Juruá
Madeira (MA)	Apuí Borba Humaitá Manicoré Novo Aripuanã
Manaus (MN)	Autazes Careiro Careiro da Várzea Iranduba Manacapuru Manaquiri Manaus

(continua)

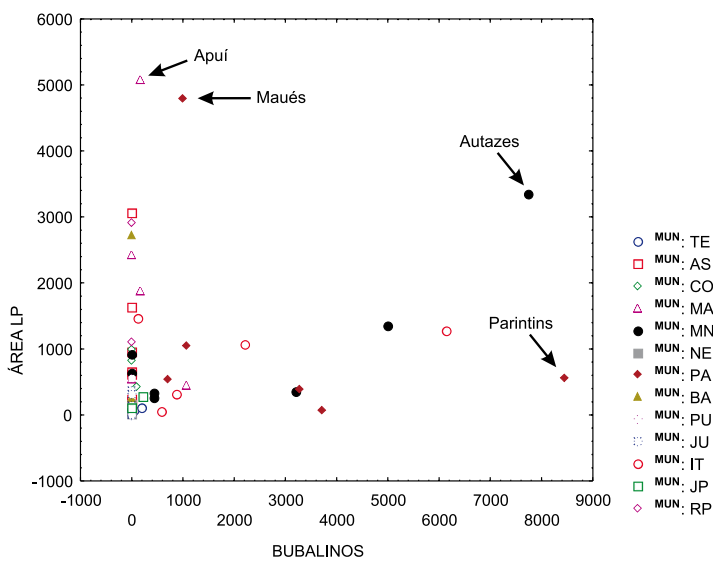
<i>Grupo de municípios</i>	<i>Municípios</i>
Parintins (PA)	Barreirinha Boa Vista dos Ramos Maués Nhamundá Parintins São Sebastião do Uatumã Urucará
Purus (PU)	Canutama Lábrea Tapauá
Rio Negro (NE)	Barcelos Novo Airão Santa Isabel do Rio Negro São Gabriel da Cachoeira
Rio Preto da Eva (RP)	Rio Preto da Eva Presidente Figueiredo
Tefé (TE)	Alvarães Tefé Uarini

Como variáveis dependentes da Análise Discriminante foram usadas as seguintes variáveis:

ÁREA LP	Área da lavoura permanente (hectare em 2006)
BOVINOS	Rebanho de bovinos (No. de cabeças em 2006)
BUBALINOS	Rebanho de bubalinos (No. De cabeças em 2006)
CAPRINOS	Rebanho de caprinos (No. de cabeças em 2006)
SUÍNOS	Rebanho de suínos (No. de cabeças em 2006)
OVINOS	Rebanho de ovinos (No. de cabeças em 2006)
DESMATAMENTO	Desmatamento em 2006
LENHA	Quantidade de madeira para lenha retirada em 2006

Quando as variáveis lavoura permanente e criação de búfalos são consideradas como discriminantes, os municípios Apuí (grupo Madeira) e Maués (grupo Parintins) destacam-se quanto a lavoura permanente, Figura 5. Já o município de Parintins (grupo Parintins) possui um rebanho de bubalinos significativo no Estado do Amazonas. Autazes (grupo de Manaus) ocupa uma posição intermediária entre as variáveis. Isto demonstra que tanto a atividade agrícola quanto a criação de búfalos são importantes para este município.

Figura 5 – Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando a área de lavoura permanente e rebanho de bubalinos como discriminantes, incluindo o município de Coari.



Quando consideramos a área de lavoura permanente e rebanho bovino como discriminantes, Figura 6, é possível observar a importância da atividade pecuária principalmente no município de Lábrea (grupo Purus). Nota-se, ainda, que Apuí e Boca do Acre (grupo Boca do Acre) têm produção significativa tanto na agricultura quanto na pecuária.

Considerando a área de lavoura permanente e o rebanho de caprinos como discriminantes, nota-se que os municípios de Parintins, Autazes e Itacoatiara (grupo de Itacoatiara) possuem uma criação de cabras significativa em relação aos demais municípios do Estado do Amazonas, Figura 7. Observa-se, ainda, que Autazes está em uma posição intermediária, ou seja, as duas atividades relacionadas são importantes para o município.

Figura 6. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando a área de lavoura permanente e o rebanho de bovinos como discriminantes, incluindo o município de Coari.

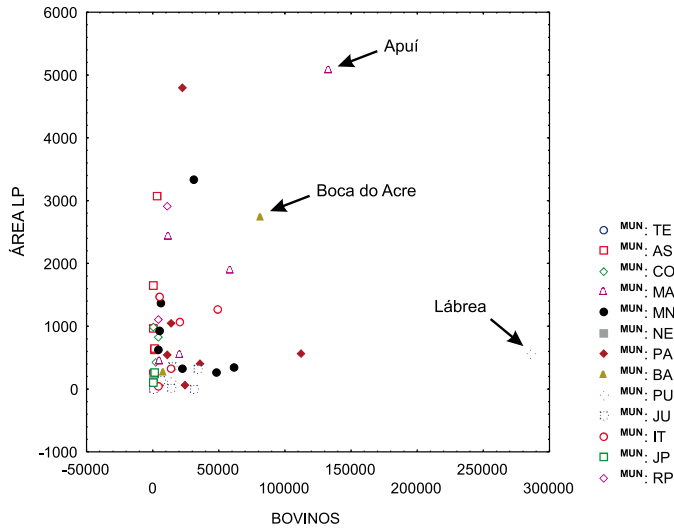
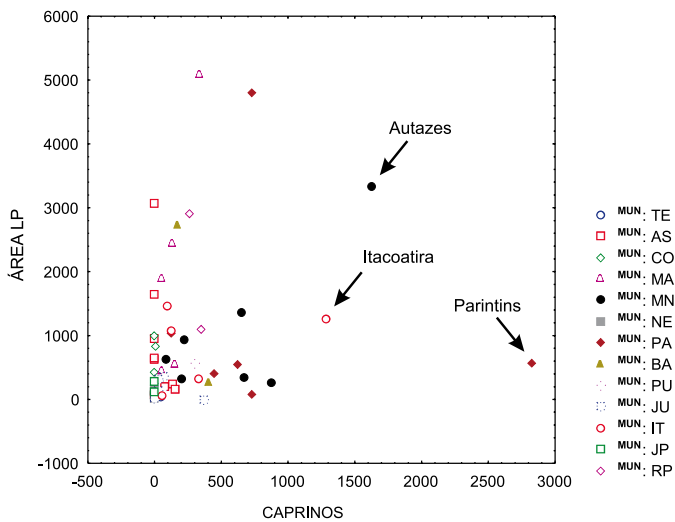


Figura 7. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando a área de lavoura permanente e o rebanho de ovinos como discriminantes, incluindo o município de Coari.



Os municípios de Autazes e Careiro (grupo Manaus), isolados na porção direita do gráfico, destacam-se quanto à criação de ovelhas, carneiros e/ou cordeiros, Figura 8. Outros municípios com significativa participação no rebanho de ovinos são Itacoatiara, Parintins e Barreirinha (grupo Parintins).

Quando os discriminantes são as variáveis lavoura permanente e rebanho de suínos, é possível identificar os municípios de Pauini (grupo Boca do Acre) e Manicoré (grupo Madeira) e Parintins como importantes criadores de suínos. Além de possuir um significativo rebanho de suínos, o município de Manicoré possui uma razoável área destinada à lavoura permanente, Figura 9. Os municípios de Apuí e Maués continuam sendo os que mais utilizam terra para a produção agrícola.

Figura 8. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, a área de lavoura permanente e o rebanho de ovinos como discriminantes, incluindo o município de Coari.

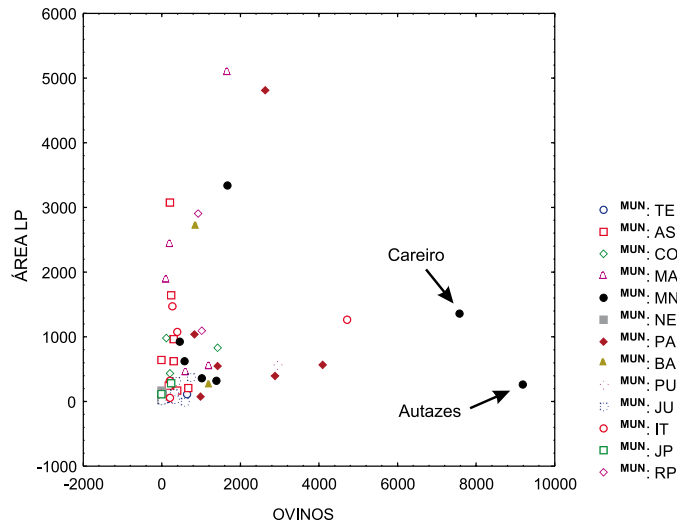
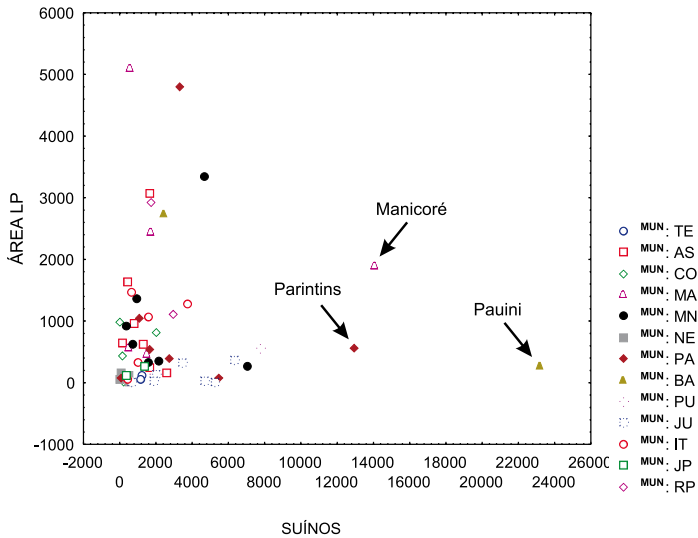
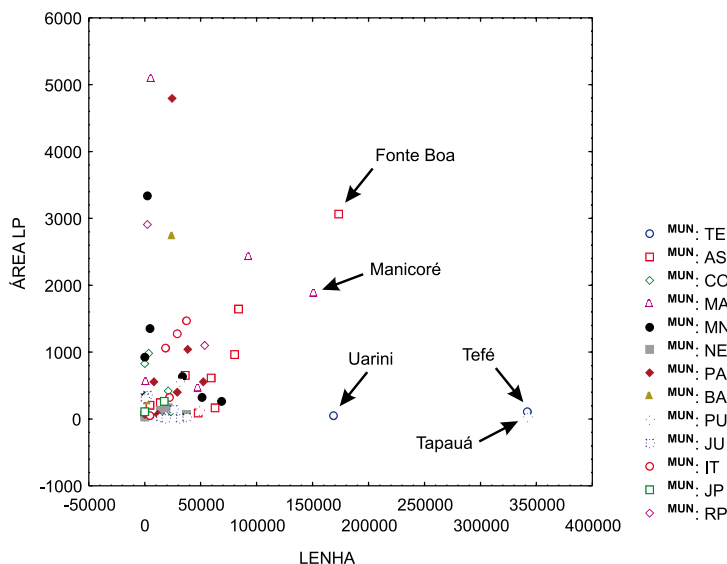


Figura 9. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando a área de lavoura permanente e rebanho de suínos como discriminantes, incluindo o município de Coari.



O cenário com os descritores área de lavoura permanente e lenha nos mostram que Tefé (grupo de Tefé) e Tapauá (grupo de Purus) são os municípios que mais retiram madeira para lenha da floresta no Estado do Amazonas, Figura 10. Além destes, observa-se os municípios de Urini, Manicoré (grupo Madeira) e Fonte Boa (grupo Alto Solimões). Os dois últimos municípios estão localizados em uma posição intermediária entre as duas variáveis, mostrando que ambas são atividades significantes.

Figura 10. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando a área de lavoura permanente e lenha como discriminantes, incluindo o município de Coari.



Quando as variáveis desmatamento e lenha são utilizadas como discriminantes, observa-se que a retirada de madeira para lenha não contribui significativamente para o desmatamento na maioria dos municípios do Estado do Amazonas, Figura 11. Os municípios que mais desmatam (Itacoatiara e Lábrea) não estão entre os que mais retiram madeira para lenha (Tefé e Tapauá). Em uma posição intermediária entre estas variáveis encontra-se o município de Manicoré.

Na Figura 11 observou-se que o alto desmatamento nos municípios de Itacoatiara e Lábrea não está relacionado à retirada de madeira para lenha. No entanto, quando as variáveis desmatamento e rebanho bovino são utilizadas como discriminantes, é possível relacionar o alto desmatamento no município de Lábrea à grande quantidade cabeças de gado na região, Figura 12. Além de Lábrea, é possível identificar os municípios de Apuí, Parintins e Boca do Acre com significativa relação direta entre as variáveis desmatamento e rebanho bovino.

Figura 11. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e madeira para lenha como discriminantes.

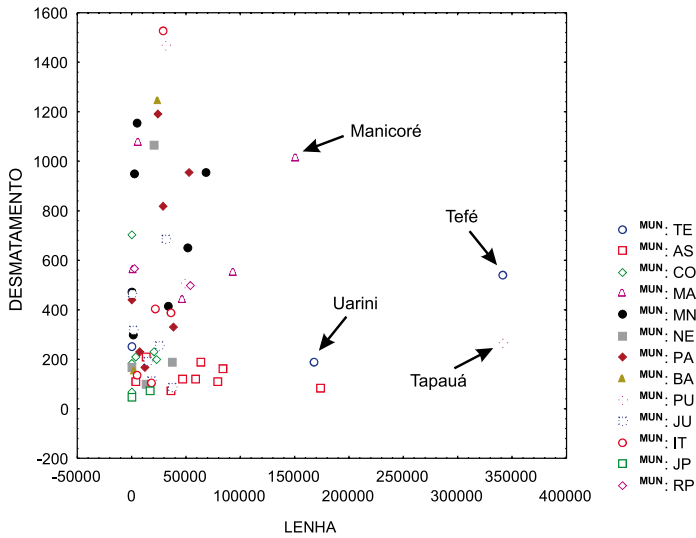
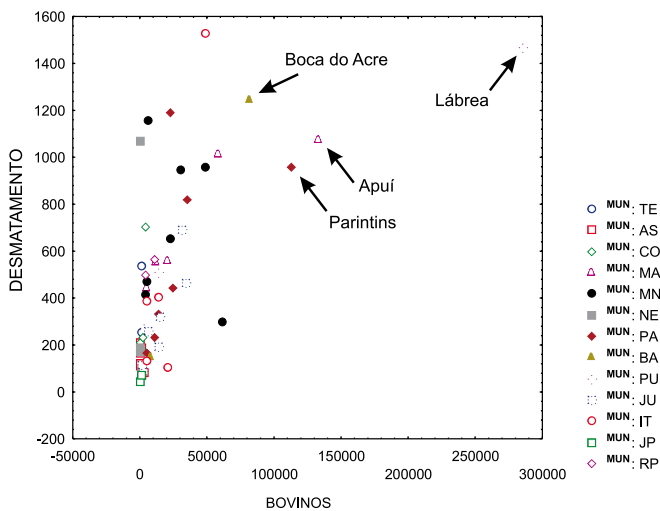


Figura 12. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e rebanho bovino como discriminantes, excluindo o município de Coari.





Quando as variáveis desmatamento e rebanho de búfalos são utilizadas como discriminantes, podemos identificar a criação de búfalos como uma das prováveis causas do alto desmatamento no município de Itacoatiara, Figura 13. Além de Itacoatiara, é possível identificar os municípios de Parintins, Autazes e Manaus com significativa relação direta entre as variáveis desmatamento e rebanho de bubalinos.

Quando as variáveis discriminantes são desmatamento e rebanho de suínos, o município de Pauini é principal criador, entretanto, tal atividade parece não afetar negativamente o desmatamento na região, Figura 15. Ao contrário de Manicoré e Parintins, onde esta atividade tem efeito negativo significativo sobre o desmatamento nestes municípios.

Os municípios de Itacoatiara, Lábrea, Careiro, Manaus, Parintins, Itacoatiara e Barreirinha têm um rebanho significativo de ovelhas, cordeiros e/ou carneiros, Figura 16. Este tipo de atividade nestes municípios mostra ter impacto negativo sobre a floresta, pois a variável rebanho de ovinos é diretamente proporcional a taxa de desmatamento.

Figura 13. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e rebanho de bubalinos como discriminantes.

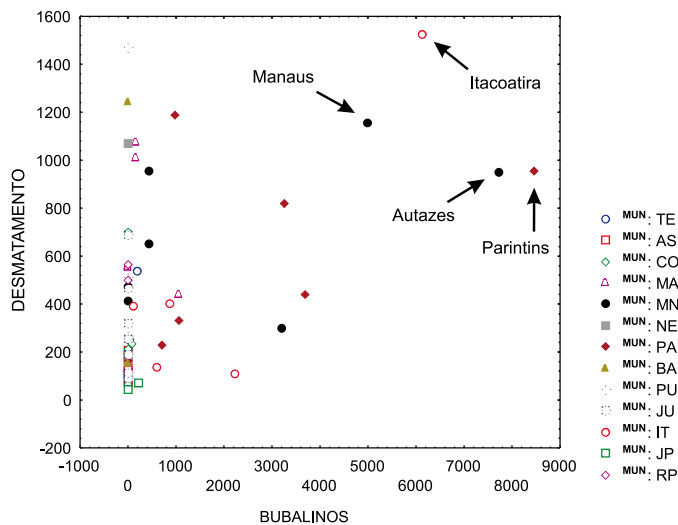


Figura 14. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e rebanho de caprinos como discriminantes.

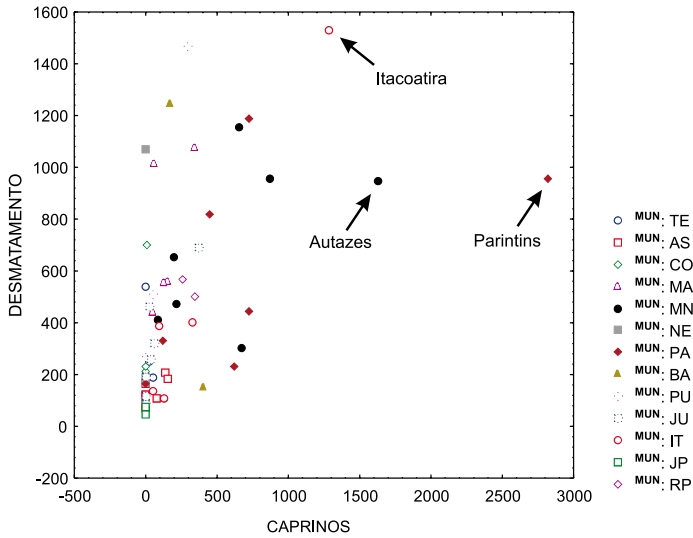


Figura 15. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e rebanho de suínos como discriminantes.

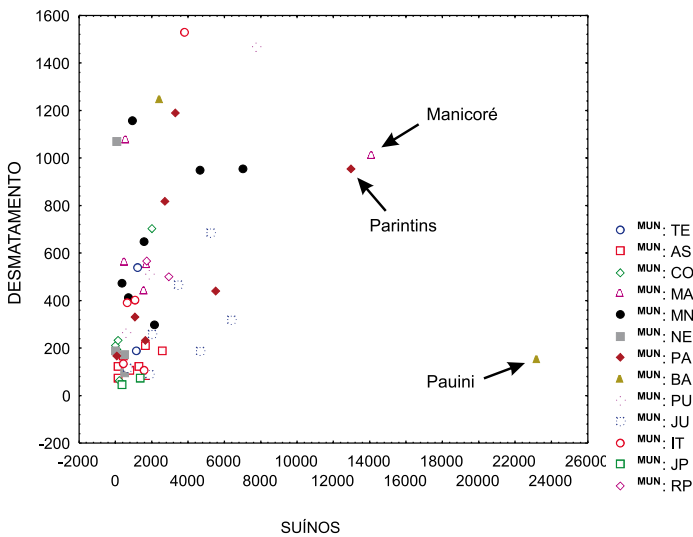
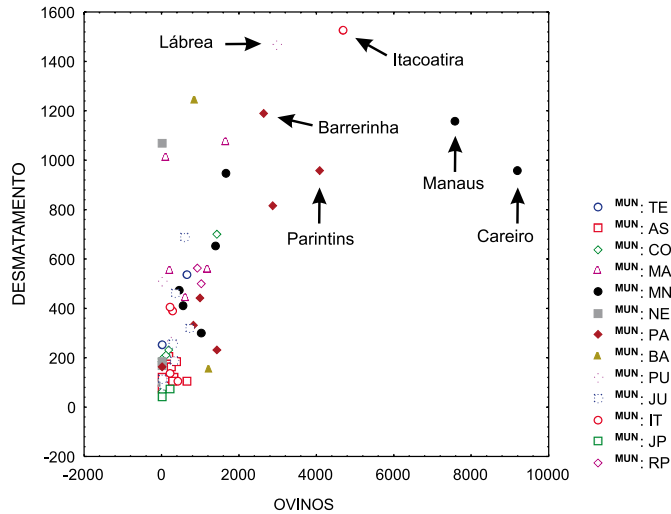
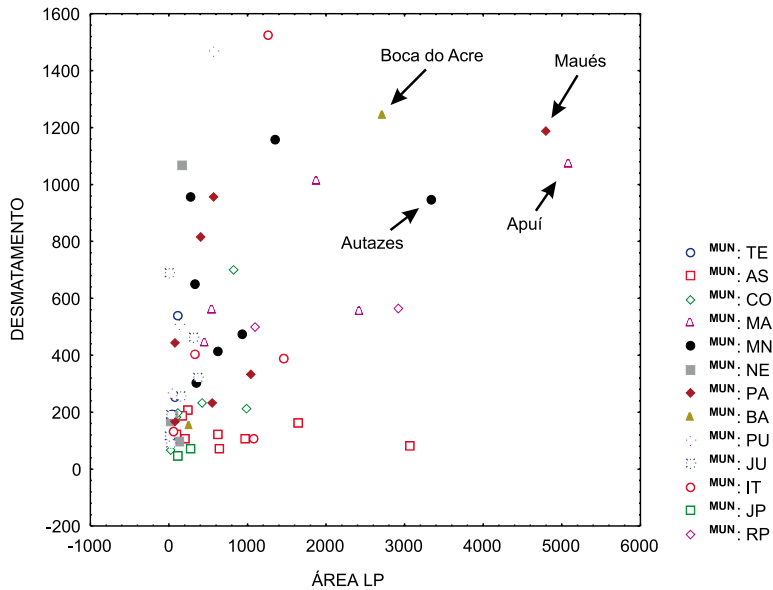


Figura 16. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e rebanho de ovinos como discriminantes.



O município de Manaus apresenta desmatamento comparativamente alto, mas não está relacionado às atividades agrícolas. Este desmatamento é, provavelmente, decorrente da expansão da área urbana, Figura 17. O pior cenário é observado nos municípios de Itacoatiara e Lábrea, e, como acontece em Manaus, este desmatamento não está relacionado às atividades agrícolas. Ao contrário destes, os municípios de Apuí, Maués, Boca do Acre e Autazes possuem alto desmatamento, provavelmente relacionado à alta atividade agrícola nestes municípios.

Figura 17. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e lavoura permanente como discriminantes.



Quando as variáveis madeira para lenha e rebanho bovino são os discriminantes observa-se que os municípios de Tefé e Tapauá são os principais extrativistas de madeira para lenha, Figura 18. Tais municípios pouco utilizam sua extensão territorial para a criação de bois. Ao contrário de Lábrea e Apuí, que possuem grandes quantidades de cabeças de gado.

Tendo as variáveis madeira para lenha e rebanho de bubalinos como discriminante, observa-se que vários municípios têm uma quantidade significativa de cabeças de búfalos, tais como Parintins, Autazes, Itacoatiara e Manaus, Figura 19. No entanto, não são importantes extrativistas de madeira para lenha.

Figura 18. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e rebanho bovino como discriminantes.

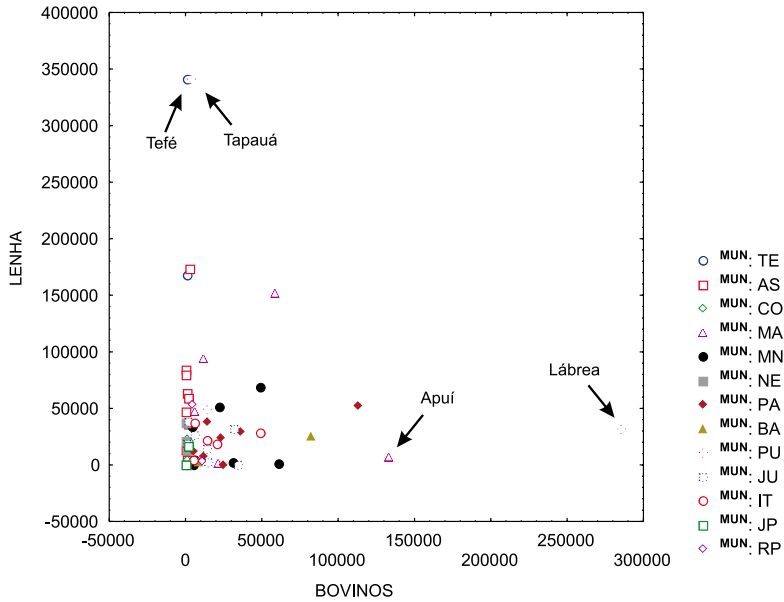
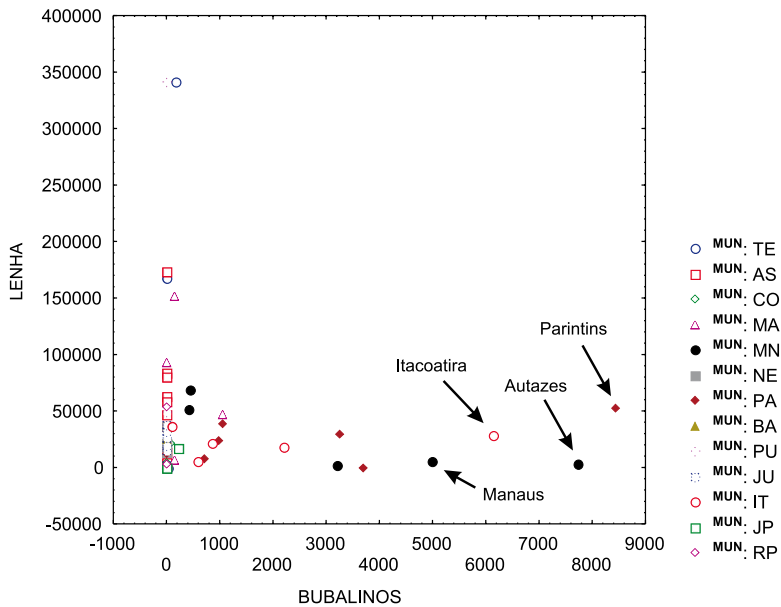


Figura 19. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e rebanho de bubalinos como discriminantes.



Quando madeira para lenha e rebanho de caprinos são os discriminantes, Parintins é um importante criador de cabra e/ou bode no Estado do Amazonas, Figura 20. Com relação ao rebanho de suínos, percebe-se que o município de Pauini se destaca dentre os demais municípios do Estado do Amazonas, Figura 21. Observa-se que o município de Manicoré possui uma razoável produção tanto de madeira para lenha quanto de rebanho de suínos no Estado do Amazonas. Tendo as variáveis madeira para lenha e rebanho de ovino como discriminantes, os municípios do Careiro e Manaus destacam-se na quantidade de cabeças de ovelhas, cordeiros e/ou carneiros, Figura 22.

Figura 20. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e rebanho de caprinos como discriminantes.

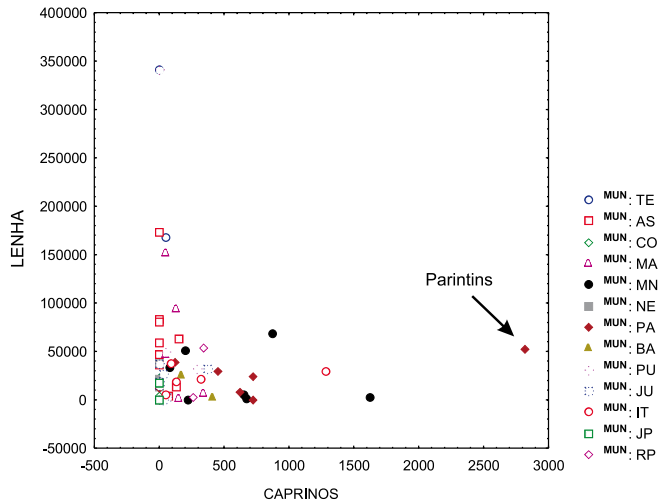


Figura 21. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e rebanho de suínos como discriminantes.

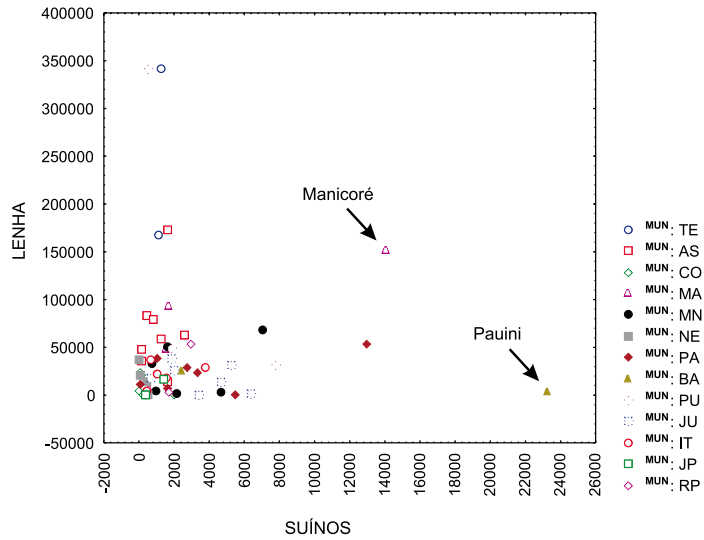
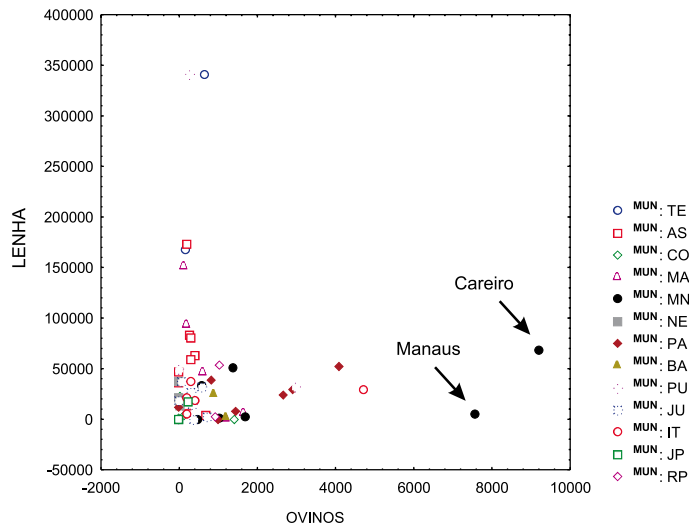


Figura 22. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o desmatamento e rebanho de ovinos como discriminantes.



Com o objetivo de realizar uma análise exploratória, o PIB será considerado como uma variável discriminante. Este procedimento teve como finalidade a verificação do comportamento do PIB quando relacionada com as demais variáveis discriminantes utilizadas anteriormente neste capítulo.

O município de Manaus destaca-se quanto ao PIB per capita elevado, Figura 23, com pequena área para lavoura permanente. Por outro lado, os municípios de Apuí e Maués possuem áreas para lavoura comparativamente grandes, mas baixo PIB per capita.

O município de Manaus apresenta desmatamento comparativamente alto, provavelmente decorrente da expansão da área urbana, com PIB per capita elevado, Figura 24. O pior cenário é observado nos municípios de Lábrea e Itacoatiara, que apresentam baixos valores de PIB per capita e elevado desmatamento.

Figura 23. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o PIB e lavoura permanente como discriminantes.

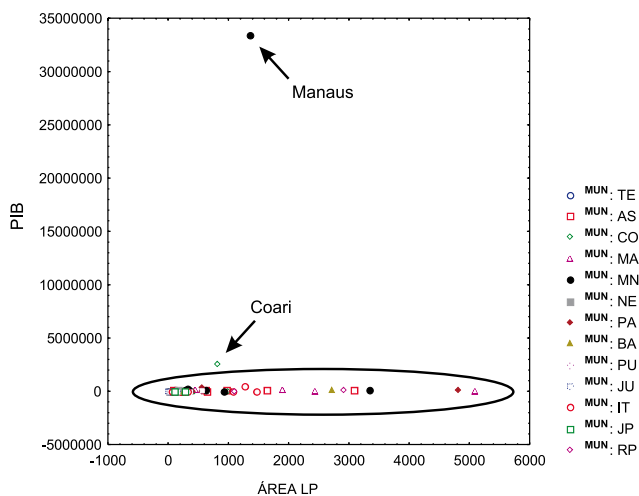
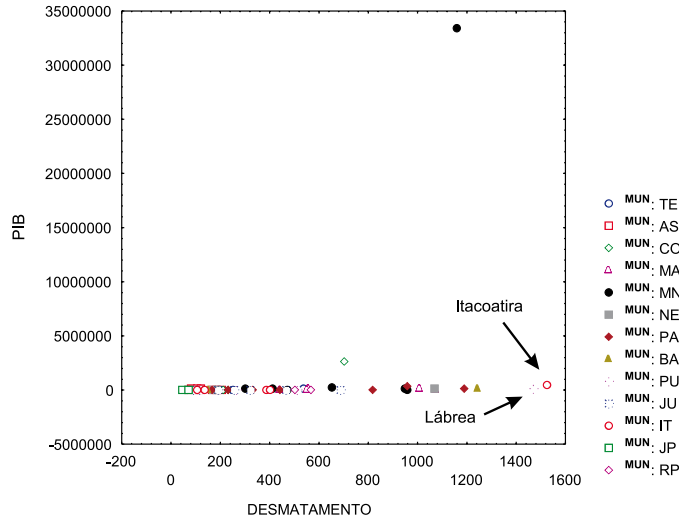




Figura 24. Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o PIB e o desmatamento como variáveis discriminantes.



Os cenários com os descritores PIB per capita e madeira para lenha, Figura 25; rebanhos: bovino, Figura 26, bubalino, Figura 27, caprino, Figura 28, suíno, Figura 29 e ovino, Figura 30 permanecem inalterados quanto ao baixo rendimento do PIB quando relacionado a estas atividades econômicas.

Figura 25 – Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o PIB e madeira para lenha como variáveis discriminantes.

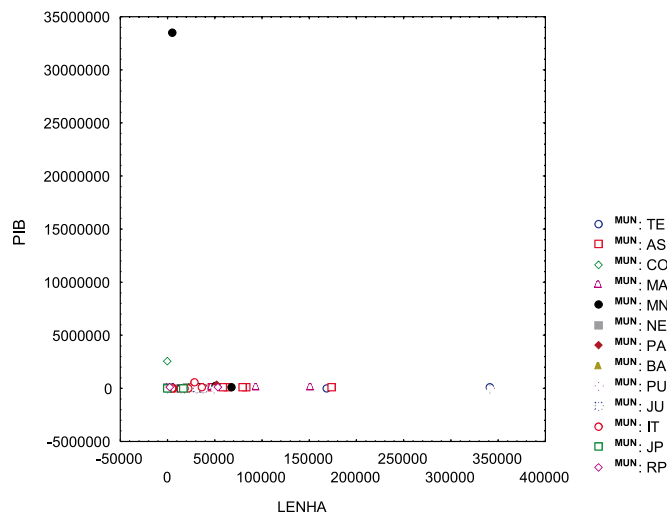


Figura 26 – Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o PIB e o rebanho bovino como variáveis discriminantes.

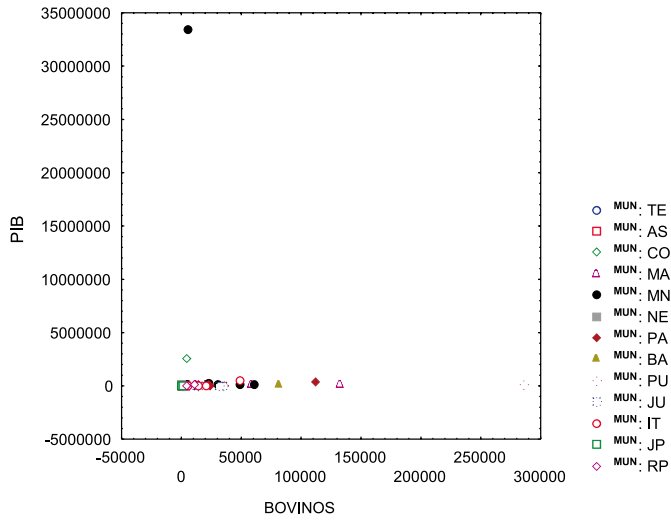


Figura 27 – Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o PIB e o rebanho de bubalinos como variáveis discriminantes.

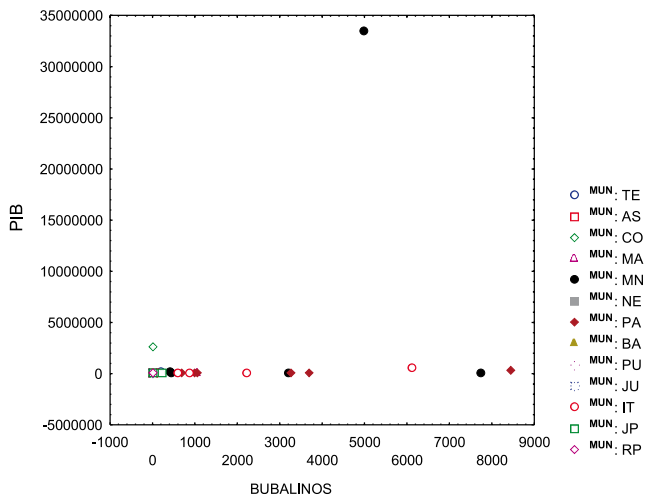


Figura 28 – Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o PIB e o rebanho de caprinos como variáveis discriminantes.

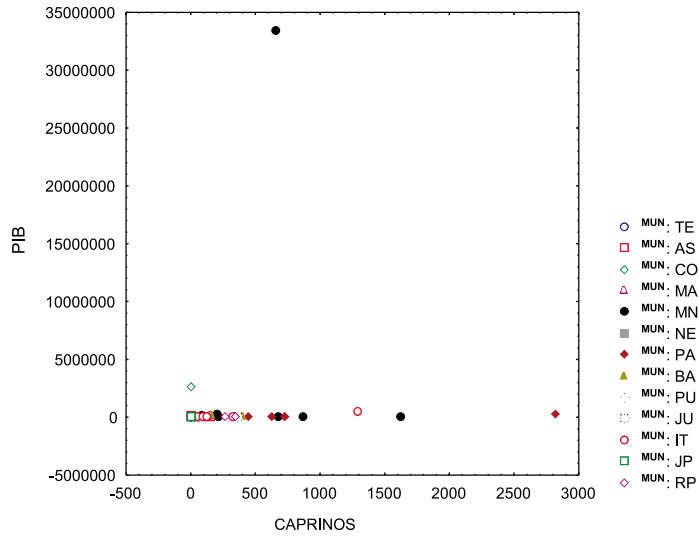


Figura 29 – Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o PIB e o rebanho de suínos como variáveis discriminantes.

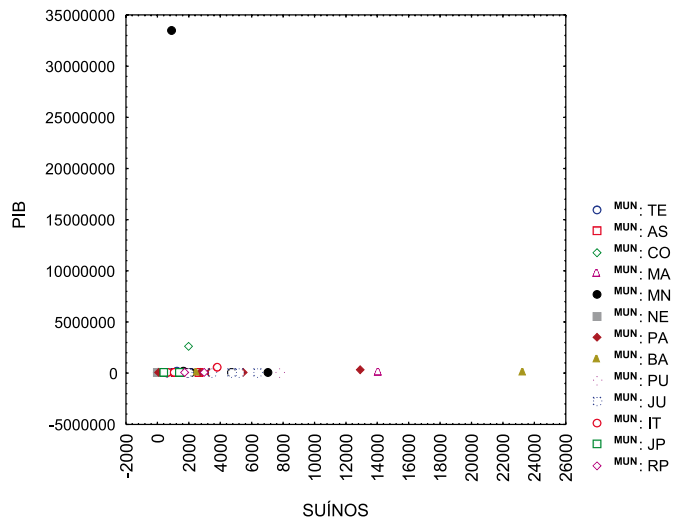
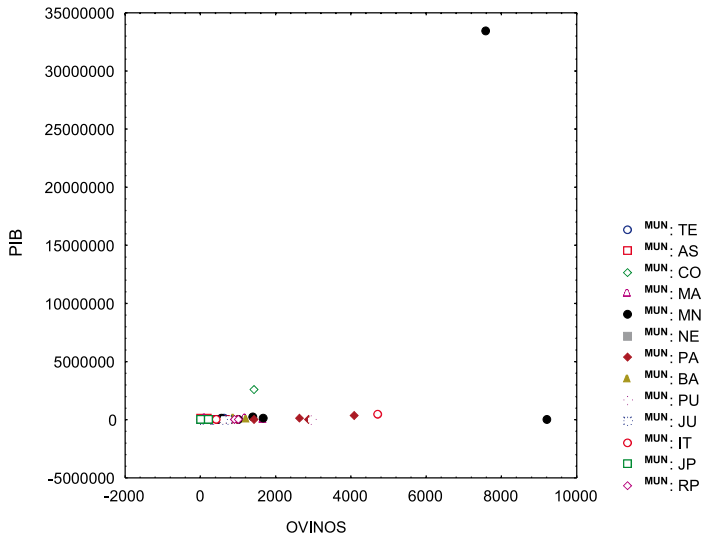


Figura 30 – Ordenação dos municípios, segundo os grupos apresentados na Tabela 4, usando o PIB e o rebanho de ovinos como variáveis discriminantes.



Uma síntese das análises efetuadas em busca de um padrão geral quanto ao estado atual de conservação do Estado do Amazonas, em função do nível de atividade econômica, em geral, e das atividades agrícola e pecuária, em particular, leva aos seguintes pontos:

- A retirada de madeira para lenha não contribui significativamente para o desmatamento na maioria dos municípios do Estado do Amazonas.
- Em alguns municípios, observa-se uma relação direta entre a atividade agrícola e o desmatamento (os municípios de Apuí, Maués, Boca do Acre e Autazes). Contudo, o pior cenário é observado em municípios, como Lábrea e Itacoatiara, em que o desmatamento está relacionado com atividades agropecuárias.
- É possível relacionar o alto desmatamento no município de Lábrea à grande quantidade cabeças de gado na região.
- A criação de búfalos, ovinos e caprinos, provavelmente, é um dos fatores que contribui com o desmatamento no município de Itacoatiara.
- O desmatamento apresenta baixa relação com o PIB per capita. Com exceção de Manaus, todos os municípios com alto desmatamento apresentam PIB per capita baixo.
- As atividades econômicas estudadas neste capítulo apresentaram baixa relação com o PIB per capita.

# CAPÍTULO 3

## Causalidades, clubes de convergência e análise quantílica

*Marcelo Bentes Diniz*

*José Nilo de Olivera Jr.*

---

NESTE SEGMENTO SERÃO DESENVOLVIDOS OS MODELOS EMPÍRICOS aplicados ao longo do mesmo<sup>1</sup>. Inicialmente, apresenta-se uma discussão metodológica sobre o que será abordado no contexto do objeto de análise para, em seguida, ser desenvolvido o teste de causalidade, que é um resultado empírico preliminar, no sentido que ele aponta quais as variáveis poderiam ter influência sobre a variável explicada (dependente) nos modelos – o desmatamento<sup>2</sup>. A partir daí, serão utilizados diferentes instrumentos analíticos e técnicas de estimação, cujo objetivo da introdução de cada um deles é justificado ao longo do texto.

### As unidades de observação

Um primeiro aspecto a se considerar diz respeito à identificação das unidades de observação a serem tomadas como referência espacial na análise descritiva, e especialmente, na conformação do modelo econométrico.

Conforme sugerem alguns autores, a adoção da definição do conceito de Área Mínima Comparável – AMC, seria aquele recorte espacial que melhor permitiria uma análise mais consistente da mudança do espaço geográfico ao longo do tempo envolvendo a divisão administrativa em nível municipal (Andersen *et al.* 2006).

---

<sup>1</sup> Mesmo com o objetivo de tornar o texto o menos técnico possível, alguns termos e linguagem formal são inevitáveis, uma vez que sua ausência poderia comprometer a interpretação dos resultados alcançados.

<sup>2</sup> Em um modelo de regressão do tipo  $Y = \beta_1 + \beta_2 X$  a variável do lado esquerdo da igualdade ( $Y$ ) é chamada variável dependente e a(s) variável (eis) do lado direito são chamadas de variável(eis) independente(s) ou explicativa(s) ou explanatória(s) (Gujarati, 2006).

No entanto, entre a metade da década de 90 e 2006, o número de municípios criados foi pequeno e, por isso, a comparação espacial em nível municipal neste período não causa problemas significativos. Ademais, por deficiência nos dados, como omissão de variáveis, alguns municípios criados no período foram excluídos na amostra.

Assim, os dados utilizados para o modelo, inclusive para testar a causalidade das variáveis explicativas, compreenderam o período de 1997 a 2006, sendo que algumas séries tiveram dados interpolados para alguns anos. Neste caso dois procedimentos foram utilizados: o cálculo da variável a partir média (móvel), com base nos dados observados (existentes) ou o cálculo da variável a partir de sua taxa de crescimento. Ao final foram retirados aqueles municípios cujo comportamento estimado descrevia um possível “*outlier*”<sup>3</sup>.

Importante se ressaltar que a necessidade de uma série com a dimensão temporal razoavelmente longa justifica-se pela necessidade da aplicação do teste de causalidade de Granger baseado em Holtz-Eakin *et al.* (1988), que requer um número de períodos das variáveis independentes de pelo menos cinco anos, melhorando a robustez do teste em função do número de variáveis na dimensão temporal utilizada.

A escolha das variáveis explicativas ficou refém da disponibilidade dos dados para o período, pelo menos para os anos de 1997 e 2006. Todavia, foram considerados como os grandes vetores do desmatamento os agentes que realizam a ocupação do solo, uma vez que, como apontado pela literatura, outros fatores como infra-estrutura, por exemplo, são facilitadores que aumentam a intensidade dos fatores causais primários, no caso: pecuária, cultura permanente e cultura temporária.

Quatro abordagens (modelos) foram utilizadas para testar as variáveis selecionadas, seguindo o objetivo principal deste estudo, que é testar o efeito do PIM sobre o desmatamento na Amazônia.

Inicialmente foi aplicado o teste de causalidade de Granger, usando para tanto, um modelo com painel dinâmico, conforme descrito na próxima seção. Em seguida foram verificadas as diferenças espaciais no desmatamento, mediante um modelo de convergência que utilizasse o desmatamento como variável dependente, com a identificação de Clubes de Convergência. Depois foram realizadas regressões quantílicas. Essa técnica permite verificar o grau de influência das variáveis explicativas selecionadas para diferentes *percentis*<sup>4</sup> da variável dependente, no

---

<sup>3</sup> Por *outlier*, entende-se uma observação cujo comportamento descreve padrão diferente do que se espera a priori dela, em função de seu comportamento passado ou a partir da comparação do comportamento de uma outra unidade de observação, com características semelhantes.

<sup>4</sup> Uma separatriz de ordem  $p$  (com  $0 < p < 1$ ) da distribuição de uma variável é o valor da variável, tal que a distribuição seja acumulada até aquele valor. No caso de um percentil, a separatriz considera a divisão da distribuição em cem partes.

---

caso, o desmatamento. Isto se tornou pertinente, uma vez que cada “Clube de Desmatamento” poderia estar associado de forma diferente às variáveis explicativas. Além do mais, mesmo em uma estrutura “*cross section*” pôde-se fazer uma primeira verificação acerca da influência do PIM sobre o desmatamento. Por último, foram estimados os parâmetros de um modelo em dados em painel, considerando efeito aleatório, a partir da indicação do teste de *Hausman* utilizado para este fim.

## Teste de causalidade<sup>5</sup>

Nesta seção apresenta-se um modelo de painel dinâmico na estrutura de um vetor autoregressivo desenvolvido por Holtz-Eakin *et al.* (1988) e Arellano e Bond (1991), com objetivo de testar a hipótese de causalidade de Granger entre o desmatamento e as principais variáveis que o explicam, segundo a literatura pertinente. A idéia é identificar as principais variáveis que causam o processo de desmatamento para depois utilizá-las em análises posteriores.

## Metodologia do Teste

O conceito de causalidade do sentido de Granger está relacionado com a capacidade de uma variável ajudar na previsão do comportamento de outra variável de interesse. Não se trata de uma causalidade no sentido estrito em que uma variável determina o comportamento da outra, mas sim da existência de uma precedência temporal tendo como pré-requisito que essa precedência venha ser estatisticamente significativa. A sua aplicação aos modelos de séries de tempo é extensa, porém aos modelos que utilizam dados de painel ainda é recente e a literatura não se encontra consolidada como pode ser vista em Brinkley (2003), Tejada *et al.* (2006) e, mais recentemente, Marinho *et al.* (2007). A principal vantagem da sua utilização num ambiente de dados de painel corresponde ao maior número de observações, aumentando os graus de liberdade e eficiência do parâmetro estimado.

A hipótese de causalidade de Granger é verificada a partir do teste de Wald. Trata-se de um teste de restrições aplicado aos parâmetros do modelo estimado. O teste de causalidade de Granger por ser um teste de precedência temporal, o número de defasagens<sup>6</sup> a ser incluído nas variáveis merece muita atenção. Escolher um número reduzido de defasagens pode gerar um viés de especificação e levar a conclusões equivocadas. Por outro lado, ao abusar do número de defasagens pode levar

---

<sup>5</sup> Os autores agradecem nessa seção à ajuda de Nicolino Trompieri Neto do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) pela ajuda no desenvolvimento do referido teste.

<sup>6</sup> Em economia, a dependência de uma variável Y (a variável dependente) em relação a uma ou mais variáveis X (variáveis explicativas) raramente é instantânea. Muitas vezes, Y reage a X após um certo tempo. Esse intervalo é chamado *defasagem* (Gujarati, 2006).

ao aumento da magnitude da variância dos coeficientes estimados e daí a resultados menos precisos. Normalmente empregam-se os critérios de informação para definir o tamanho ideal dessas defasagens, como por exemplo, os critérios de informação de Akaike (AIC) e de Schwartz (SIC) que são obtidos a partir de um problema de minimização de uma função objetivo.

Em um painel estático, o procedimento usual para remoção do efeito individual é o uso do estimador conhecido como *within estimator*, no qual todas variáveis são transformadas subtraindo seus valores de suas médias temporais (para cada unidade do *cross-section*). No entanto, em um contexto dinâmico, devido à presença de variáveis endógenas defasadas, tal procedimento gera estimadores inconsistentes (Nickell, 1981).

Para corrigir esse problema, Arellano e Bond (1991) desenvolveram um estimador de Métodos de Momentos Generalizado (MMG) que mostra que um estimador mais eficiente pode ser obtido com o uso de instrumentos adicionais, cuja validade está baseada na condição de ortogonalidade entre os valores das variáveis dependente e os erros. Tal método consiste na eliminação dos efeitos fixos através da primeira diferença<sup>7</sup>. Assim, propõem um estimador de variáveis instrumentais generalizados, em que todos os valores defasados disponíveis da variável dependente e das variáveis pré-determinadas em cada período, são instrumentos válidos. Por sua vez, esse estimador também permitiria utilizar como instrumentos a primeira diferença das variáveis explicativas estritamente exógenas, lembrando que, uma variável é dita estritamente exógena em um modelo  $Y_t$  contra  $X_t$  se os parâmetros da regressão não mudam mesmo quando os valores de  $X$  mudam, isto é, os valores dos parâmetros não variam com alterações nos valores de  $X$ .

## Variáveis Utilizadas

Os dados utilizados são para 553<sup>8</sup> municípios correspondentes à Amazônia Legal, que de acordo com a definição do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, é formada pelos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Rondônia, Roraima, Pará, e Tocantins, todos pertencentes à região Norte do Brasil e mais os estados de Mato Grosso pertencente à região Centro Oeste e o estado do Maranhão (parte correspondente a oeste do Meridiano 44°W) pertencente a região Nordeste.

As variáveis selecionadas estão dispostas no Quadro 1 na página seguinte:

<sup>7</sup> A estimação do modelo em primeira diferença requer que as variáveis sejam estacionárias (não possuam raiz unitária), o que, por sua vez, requer a realização de um teste de raiz unitária para dados em painel.

<sup>8</sup> Foram excluídos 210 municípios da amostra total de 763 municípios da Amazônia Legal. O critério de exclusão desses municípios se deu pela não existência de dados, bem como porque alguns municípios apresentaram zero hectare de desmatamento no período inicial da amostra, o que inviabilizaria a efetivação do teste.



*Quadro 1 – Variáveis utilizadas*

<i>Variável</i>	<i>Descrição</i>
DESM	Total de Km <sup>2</sup> desmatado por município.
PIBPC	Produto interno Bruto (Reais de 2000 deflacionados pelo deflator implícito do PIB nacional) <i>per capita</i>
RBOV	Total do rebanho bovino do município.
CULTPERM	Somatório do total da utilização das terras em lavouras permanentes em hectare do município.
CULTEMP	Somatório do total da utilização das terras em lavouras temporárias em hectare do município.
AREA	Total da área ocupada do município com a agropecuária.
EST. CREDIT	Valor referente à agregação do saldo contábil das operações de crédito rural (inclui custeio, investimento e comercialização do ciclo produtivo) realizadas pelas agências das instituições financeiras do município até 31 de dezembro.
POP	População total residente no município
EDUADUL	Número de adultos matriculados nos ensinos fundamentais e médios, segundo a classificação usualmente adotada pelo INEP.
MATRICULA	Número de alunos matriculados no ensino fundamental e médio regular, segundo a classificação usualmente adotada pelo INEP.

Fontes: IPEADATA; IBGE; INEP.

## A causalidade entre as fontes principais de desmatamento

### Efeito da Pecuária

A direção da causalidade do efeito da pecuária sobre o desmatamento medido pelo número de cabeças por município e a densidade desta na área do município, pode ser pensada de forma bidirecional. De um lado, quanto mais elevado for o tamanho do rebanho bovino em termos da área ocupada do município, e maior sua taxa de crescimento, pode-se esperar uma elevação da pressão acerca da conversão da floresta em pasto. O aumento da pecuária extensiva a partir de novas áreas é relativamente mais barato do que a elevação da densidade bovina por hectare. Por outro lado, quanto maior a área ocupada com pasto e, portanto, maior o desmatamento já realizado, maior a dinamização dessa atividade, em termos da redução do custo relativo, atraindo novos pecuaristas e intensificando esta atividade.

## Efeito da Agricultura (cultura perene e temporária)

Tanto à agricultura permanente, quanto à temporária, reproduzem um efeito bi-direcional com o desmatamento, uma vez que, da mesma forma que a pecuária, ao mesmo tempo, que o desbravamento da fronteira tem um fator redutor de custo atraindo novos produtores e, mesmo levando a que os antigos tenham acesso a novas áreas antes com floresta primária, à medida que a atividade cresce, enseja pelos efeitos de escala, que novas áreas sejam incorporadas, aumentando a área plantada e a pressão por desmatamento novo. Evidentemente isto que foi referido acima, pode ser pensado em termos da variável área ocupada.

## Crédito

A disponibilidade de crédito é uma variável que também se espera um efeito bi-direcional com o desmatamento. De um lado, quanto maior o crédito (esperado), para aplicação em capital fixo e de capital de giro, maior o incentivo ao investimento “local” e da mobilidade do investimento “externo”, isto é, o deslocamento de produtores de outras áreas geográficas do país, para realizar empreendimentos na Amazônia Legal, o que induz ao crescimento das atividades devastadoras. De outro, com o crescimento das atividades econômicas em geral, aumenta a demanda por crédito, o que cria uma força direcional em sentido contrário.

## PIB *per capita*

A análise anterior realizada para as atividades econômicas individualmente, também reforça que a relação entre PIB *per capita* e desmatamento deve ser bi-direcional. De fato, o crescimento econômico, medido pela evolução do PIB *per capita*, significa que o conjunto das atividades econômicas do estado está crescendo, inclusive, àquelas que promovem o desmatamento e, crescendo mais do que o crescimento populacional. Assim, Por outro lado, o ciclo de crescimento no município, com uma disponibilidade maior de renda, cria um efeito indutor no sentido de permitir novos investimentos e, mesmo atrair investidores de outros lugares, para gozar das externalidades criadas por esses próprios investidores, incentivando o desmatamento. Mas, além desse efeito, quando o desmatamento cresce, o avanço de novas áreas pelos produtores antigos e a atração de novos produtores pela queda do custo relativo, leva a um efeito posterior de crescimento das atividades devastadoras e, por sua vez do crescimento econômico como um todo medido pelo PIB.

## Educação

A educação mensurada a partir de duas *proxies*: matrícula de adultos e matrícula para os ensinos fundamental e médio, pode ser pensada tendo um efeito bidirecional, no caso da educação de adultos, mas unidirecional no caso da matrícula de crianças (ensinos fundamental e médio).

No primeiro caso, espera-se a princípio, que quanto maior o contingente de adultos matriculados na escola, menor a disponibilidade de tempo para exercer atividades que promovam o desmatamento, além do que, a partir da informação obtida com o aumento da escolaridade, poder-se-ia esperar que o adulto tome consciência dos efeitos das atividades degradadoras ao meio ambiente.

Por outro lado, espera-se que exista um efeito do desmatamento sobre a educação, pois à medida que o desmatamento avança outras atividades econômicas, como o extrativismo florestal não-madeireiro, por exemplo, deixem de ser exploradas, levando os indivíduos a procurarem outras atividades econômicas.

No segundo caso, quanto maior o número de alunos matriculados nos ensinos médio e fundamental, menor o número de braços disponíveis para em princípio exercer atividades devastadoras<sup>9</sup>.

## Efeito populacional

O crescimento do contingente populacional certamente é um fator de pressão sobre o meio ambiente, na medida que é um elemento de aumento da intensidade de uso dos recursos naturais. Assim, quanto maior o contingente populacional e quanto maior a densidade demográfica espera-se um maior desmatamento da área do município. Assim, a priori espera-se um relacionamento unidirecional entre o efeito populacional e o desmatamento.

## Resultados do teste

Como descrito acima, é preciso que as variáveis do painel sejam estacionárias para que se possa trabalhar com as variáveis em primeira diferença e com isso eliminar os efeitos individuais presentes. Desta forma foi realizado um teste de raiz unitária para dados em painel.

Para tanto, foram utilizados, os testes propostos por Levin, Lin e Chu (2002) e o teste de Im, Pesaran e Shin (2003). Os testes foram realizados para as séries em nível, utilizando-se o critério de seleção para o número de defasagens de Hannan-Quinn.

---

<sup>9</sup> Sabendo-se, que parte da mão-de-obra ocupada na agricultura, especialmente ligada à agricultura familiar, é constituída de menores de 14 anos.

Os resultados<sup>10</sup> indicaram que todas as variáveis são estacionárias, em pelo menos um dos testes a 5% de significância, indicando que o teste de causalidade pode ser realizado utilizando a técnica proposta por Arellano e Bond (1991).

Os resultados para o teste de causalidade<sup>11</sup> de Granger para relação entre desmatamento e as variáveis explicativas podem ser observados na Tabela 1 abaixo. Este traz as descrições das variáveis, o número de defasagens utilizadas, à estatística de Wald bem como o *p-valor* para cada uma delas e, as respectivas hipóteses nulas.

Pode-se observar, a um nível de significância de 5%, que existe uma causalidade de Granger bi-direcional entre desmatamento e as variáveis; Área Ocupada, Culturas Permanentes, Culturas Temporárias, Educação de Adultos, Estoque de Crédito Agrícola e Rebanho Bovino. Observa-se que existe um efeito dinâmico, nas duas direções, entre o desmatamento e essas variáveis. Estes resultados corroboram a análise feita anteriormente.

Não obstante, com relação às variáveis: População, matrícula de crianças (ensino fundamental e médio), e PIB *per capita* o efeito da causalidade foi unidirecional no sentido das mesmas para o desmatamento. Este resultado também corrobora a análise feita anteriormente, muito embora não exista um efeito do direcionamento do desmatamento sobre o PIB *per capita*. De fato, o aumento do desmatamento pode não ser capaz de incentivar novos investimentos, capaz de manter o ritmo de crescimento da economia, a despeito de um efeito sobre as atividades da agropecuária.

*Tabela 1 – Teste de Causalidade de Granger em Painel entre Desmatamento e as Variáveis Explicativas.*

<i>Variável Explicativa</i>	<i>Defasagem</i>	<i>H<sub>0</sub>: Desmatamento não causa Variável Explicativa no sentido de Granger</i>		<i>H<sub>0</sub>: Variável Explicativa não causa Desmatamento no sentido de Granger</i>	
		<i>Estatística de Wald</i>	<i>p-valor</i>	<i>Estatística de Wald</i>	<i>p-valor</i>
AREA	3	15.23028	0.0000	12.36575	0.0000
CULTPERM	3	16.32561	0.0000	6.215846	0.0003
CULTEMP	3	9.865774	0.0000	20.54645	0.0000
EDUADUL	2	25.13541	0.0000	14.99244	0.0000
CREDIT	3	28.61936	0.0000	13.18505	0.0000

(continua)

<sup>10</sup> Os resultados do teste de raiz unitária para painel estão descrito no Anexo B.

<sup>11</sup> Os resultados obtidos no uso do estimador MMG *one-step* para relação entre desmatamento e as variáveis explicativas podem ser encontrados no Anexo C.

Variável Explicativa	Defasagem	$H_0$ : Desmatamento não causa Variável Explicativa no sentido de Granger		$H_0$ : Variável Explicativa não causa Desmatamento no sentido de Granger	
		Estatística de Wald	p-valor	Estatística de Wald	p-valor
MATRICULA	3	12.80666	0.0000	1.096093	0.3495
PIBPC	3	1.973909	0.1158	11.88900	0.0000
RBOV	3	12.58753	0.0000	36.52262	0.0000
POP	3	0.119835	0.9485	1478.605	0.0000

Obs: O número de defasagem foi estabelecido de acordo com a maioria dos resultados fornecidos pelos critérios de escolha Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn, FPE (*Forecast Prediction Error*) e pelo teste *likelihood ratio* (LR) em um máximo de até três defasagens.

## Determinação dos clubes de convergência do desmatamento<sup>12</sup>

Uma vez identificada às variáveis e suas respectivas relações causais com o desmatamento, no sentido de Granger, surge o interesse de determinar os clubes de convergência do desmatamento, para se ter uma idéia espacial desse processo.

A idéia da metodologia empregada é baseada em Durlauf e Johnson (1995), os quais seguem o modelo de crescimento de Solow aumentado. O modelo considera que a variável explicativa da unidade de referência  $i$  no tempo  $t$  é determinada por uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, que tem como argumentos seus principais fatores de acumulação ao longo do tempo, indicados pela literatura pertinente. Assume-se que todas as variáveis estão em tempo contínuo.

Na literatura contemporânea sobre convergência é comum observar modelos que são baseados na idéia de que podem existir funções de produção que não sejam côncavas, permitindo diferentes equilíbrios de estado estacionário para diferentes condições iniciais. Um desses modelos é o de Azariadis-Drazen (1990), que introduz um efeito limiar (*threshold*) no processo de acumulação dos fatores.

Desta forma, imaginando o processo de desmatamento como um processo de produção econômica, pode-se supor que as principais variáveis que o explicam – já estilizadas na literatura pertinente – sejam seus respectivos fatores.

A fim de determinar os clubes de convergência do desmatamento foi utilizado o modelo *threshold* que é baseado em Hansen (2000) onde este desenvolveu um modelo que permite a divisão da amostra baseada em uma função indicadora,

<sup>12</sup> Os autores agradem ao Professor Doutor Roberto Tatiwa Ferreira da Universidade Federal do Ceará pela ajuda na adaptação do algoritmo necessário a realização do teste *threshold*.

a qual utiliza variáveis observáveis, definidas previamente, como determinantes na divisão da amostra em subgrupos. As equações a seguir descrevem o modelo e as técnicas de inferência estatística necessárias para a análise empírica proposta neste trabalho.

O modelo de regressão, com efeito, *threshold*, pode ser expresso como:

$$y_i = \theta_1' x_i + e_i, \quad q_i \leq \gamma \quad (1)$$

$$y_i = \theta_2' x_i + e_i, \quad q_i > \gamma \quad (2)$$

Onde  $q_i$  é a variável *threshold*, a qual é usada para dividir a amostra em dois grupos que podem ser chamados de classes ou regimes. A variável aleatória  $e_i$  é o erro de regressão.

Para escrever o modelo em uma única equação, define-se a variável *dummy*  $d_i(\gamma) = I\{q_i \leq \gamma\}$ , onde  $I\{\cdot\}$  é uma função indicadora, e faz-se  $x_i(\gamma) = x_i d_i(\gamma)$ , tal que:

$$y_i = \theta_2' x_i + \delta_n' x_i(\gamma) + e_i \quad (3)$$

Onde,  $\delta_n = \theta_2 - \theta_1$ .

Em geral, a estimação do intervalo de confiança no modelo *threshold* é encontrada através da inversão da estatística de Wald ou da estatística  $t$ . No entanto, como no modelo em questão o parâmetro  $\gamma$  não é identificado, a estatística de Wald tem suas propriedades de pequenas amostras prejudicadas<sup>13</sup>. A estratégia utilizada por Hansen é baseada na estatística de verossimilhança  $LR_n(\gamma)$ .

## Análise Empírica

O modelo foi aplicado para duas amostras com o intuito de se verificar a distribuição espacial dos municípios em termos do desmatamento. As amostras compreendem os municípios da região da Amazônia Legal e do estado do Amazonas. Os modelos são apresentados na página seguinte. Os subscritos representam o município e o período considerado, respectivamente.

<sup>13</sup> Mais informações ver Dufour (1997).

*i. Modelo para Amazônia Legal*

$$\ln(\text{Desm})_{i,2004} - \ln(\text{Desm})_{i,2000} = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{Desm})_{i,2000} + \beta_2 \ln(\text{PIB})_{i,2004} + \beta_3 \ln(\text{RBOV})_{i,2004} + \beta_4 \ln(\text{CULT PERM})_{i,2004} + \beta_5 \ln(\text{CULT TEMP})_{i,2004} + \beta_6 \ln(\text{AREA OCUP})_{i,2004} + \varepsilon_i \quad (4)$$

*ii. Modelo para o Estado do Amazonas:*

$$\ln(\text{Desm})_{i,2006} - \ln(\text{Desm})_{i,1997} = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{Desm})_{i,1997} + \beta_2 \ln(\text{PIB})_{i,2006} + \beta_3 \ln(\text{RBOV})_{i,2006} + \beta_4 \ln(\text{CULT PERM})_{i,2006} + \beta_5 \ln(\text{CULT TEMP})_{i,2006} + \varepsilon_i \quad (5)$$

A evidência de convergência é associada com o sinal negativo para  $\beta_1$ . Ou seja, a convergência ocorre quando economias com taxa de desmatamento baixo crescem mais rápido que economias com taxa de desmatamento alto. Vale salientar que a taxa de convergência em estado estacionário é dada por  $\lambda_i = \ln(1 + \beta_1)/\tau$ .

Os dados utilizados são *cross-sections* para 553 municípios da Amazônia Legal e 63 municípios correspondentes ao estado do Amazonas de acordo com a definição do IBGE entre os anos de 2000-2004 e 1997-2006, respectivamente, e foram coletados junto ao próprio IBGE<sup>14</sup> e o IPEADATA<sup>15</sup>. As variáveis utilizadas, para ambas as amostras, estão descritas no quadro a seguir:

*Quadro 2 – Variáveis utilizadas*

<i>Variável</i>	<i>Descrição</i>
lnDESM	Total de Km <sup>2</sup> desmatado por município em logaritmo natural.
lnPIB	Produto Interno Bruto <i>per capita municipal</i> (Reais de 2000 deflacionados pelo deflator implícito do PIB nacional) em logaritmo natural.
lnRBOV	Total do rebanho bovino do município em logaritmo natural.
lnCULTPERM	Somatório do total da utilização das terras em lavouras permanentes em hectare do município em logaritmo natural.
lnCULTEMP	Somatório do total da utilização das terras em lavouras temporárias em hectare do município em logaritmo natural.
lnAREAOCCUP*	Total da área ocupada do município com a agropecuária em logaritmo natural.

\* utilizada apenas para o Modelo para a Amazônia Legal

<sup>14</sup> Ver <http://www.ibge.gov.br>.

<sup>15</sup> Ver <http://www.ipea.gov.br>.

## Estimação do efeito *threshold*

As variáveis, desmatamento em 2000 e em 1997 foram consideradas como candidatas<sup>16</sup> à variável *threshold*, nas amostras da Amazônia Legal e do estado do Amazonas, respectivamente. Evidências para o efeito *threshold* são obtidas usando o teste Multiplicador de Lagrange, com correção para heterocedasticidade. O procedimento consiste em verificar se existe evidência para o efeito *threshold*, considerando a hipótese nula de inexistência do mesmo (em outras palavras não existe necessidade de divisão da amostra) e computando os *p-valores* via *bootstrap*<sup>17</sup>. O teste para efeito *threshold* foi aplicado de forma interativa até não haver mais evidência estatística da necessidade de novas subdivisões amostrais.

A seguir apresenta-se as análises para Amazônia Legal e para o Estado do Amazonas. Vale ressaltar que após o modelo *threshold* identificar a existência de múltiplos regimes, foram estimadas regressões por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para cada grupo com características socioeconômicas diferentes<sup>18</sup> com intuito de observar o que está ocorrendo intra-clubes.

### Amazônia Legal

A tabela 2, na página seguinte, sumariza os resultados encontrados para a divisão da amostra entre os nós<sup>19</sup> de decisão. Esta contém a identificação de cada nó, os valores da estatística de verossimilhança (LM), o valor *threshold* e o intervalo de confiança. Os resultados revelam a existência de dois nós de decisão e de três nós terminais. Os nós de decisão correspondem ao nó inicial, um na primeira interação (amostra completa) (1.2) e um na segunda interação (segunda divisão da amostra) (2.4).

<sup>16</sup> O termo “efeito *threshold*” sugere que existe um limite de acumulação dos fatores determinantes do desmatamento que por sua vez implica em múltiplos *steady-states* para o processo desmatamento. Já para realização do teste para efeito *threshold* é necessário que as variáveis candidatas sejam escolhidas *ex-ante* (Hansen, 2000).

<sup>17</sup> *Bootstrapping* é um método estatístico para estimar a distribuição de amostragem de um estimador pela amostragem com reposição da amostra original. É muito utilizada para derivar estimativas robustas de erros padrão e de intervalos de confiança de um parâmetro que não possui distribuição padrão.

<sup>18</sup> Foram empregadas estimações com correções para heterocedasticidade. Mais informações ver Durlauf e Johnson (1995).

<sup>19</sup> O termo “nó” corresponde à amostra ou sub-amostra onde será testado o efeito *threshold*. Se o efeito *threshold* for significante, indicando que haverá nova divisão da amostra, o nó corresponde a um nó de decisão; se não for significante, indicando que não haverá nova divisão amostral, o nó corresponde a um nó final ou clube de convergência.



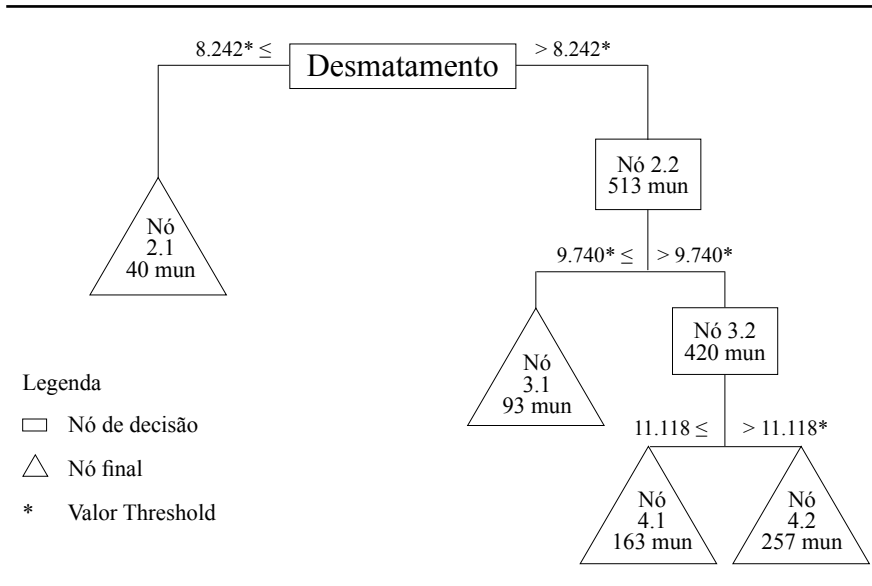
Tabela 2 – Decisão de divisão da amostra para Amazônia Legal

Nó de Decisão	Teste LM	Decisão de Divisão	
	desm 2000	Valor threshold	Intervalo de Confiança
Desmatamento	27,97	8,24	[8,24; 8,36]
1.2	25,64	9,74	[9,43; 11,23]
2.4	23,23	11,12	[10,72; 11,29]

Nota: o nível de significância utilizado foi de 5% e H0: não há divisão da amostra.

Um diagrama de árvore foi elaborado contendo os nós de decisão e os nós terminais. Nele os quadrados representam os nós de decisão e os triângulos representam os nós terminais. As informações em cada quadrado representam a identificação do nó e o número de microrregiões contidas nele. Já o valor *threshold* é disposto nos braços que saem de cada nó. Similarmente, a informação dentro do nó terminal representa sua identificação e o número de municípios contidos em cada um deles. Ressalta-se que o lado esquerdo de cada nó de decisão contém os municípios que possuem o logaritmo do valor da produção menor ou igual ao valor *threshold*.

Figura 1 – Diagrama de Decisão do Efeito Threshold para a Amazônia Legal.



Fonte: Elaboração dos autores.

De acordo com a Figura 1, pode-se observar a existência de três nós de decisão, bem como quatro nós terminais. Isto implica na existência de quatro clubes de convergência de desmatamento na Amazônia Legal.

O clube 2.1, correspondente ao clube com menor área desmatada, abrange os 40 municípios com área desmatada inferior a 45,369 Km<sup>2</sup>. O nó 3.1 corresponde ao clube de convergência intermediário, com 93 municípios, que possuem a área desmatada entre 45,369 e 169,83. O outro clube intermediário 4.1 com 163 municípios corresponde ao clube com área desmatada entre 169,83 e 673,73. Já o nó terminal 4.2, corresponde ao clube de convergência com maior área de desmatamento, compreendendo aos 257 municípios que possuem a área desmatada superior a 673,73<sup>20</sup> Km<sup>2</sup>.

Observado-se na Tabela 3 ao lado, constata-se que o clube com menor área desmatada (2.1) e o clube intermediário (4.1) apresentam divergência entre seus municípios, o que pode indicar que os mesmos podem estar em processo de migração em direção aos pólos, bem como podem estar formando novos clubes. O clube intermediário (3.1) e o clube com maior área desmatada (4.1) apresentam convergência entre os municípios. Já com relação à amostra agregada, esta apresenta indícios de convergência global.

Para o clube de convergência com menor área desmatada (2.1), apenas a variável PIB, variável que foi utilizada como *proxy* para o grau de desenvolvimento econômico do município, mostrou-se importante para explicar o referido processo. As demais variáveis foram insignificantes para explicar o processo de desmatamento deste clube. Esse resultado está indicando que a atividade econômica deste clube é a única responsável pelo processo de desmatamento, e esta por sua vez deve estar atrelada ao processo de subsistência das populações residentes que, em linhas gerais, não é intensa em termos de desmatamento.

No clube intermediário (3.1) o PIB, o total do rebanho bovino e as culturas temporárias se mostraram importantes para explicar o processo de desmatamento deste clube, indicando que o grau da atividade econômica do município está diretamente ligado ao processo de desmatamento. Os resultados indicam que a pecuária e as culturas permanentes, que por sua vez estão atrelados com o grau de atividade econômica do município (PIB) começam a se intensificar neste clube e o processo de desmatamento acompanha a mesma trajetória.

Já com relação aos clubes com maior área desmatada (4.1) e (4.2), respectivamente, observa-se que todas as variáveis, estilizadas na literatura pertinente, são importantes para explicar o processo de desmatamento dentro destes clubes, uma vez que as atividades econômicas destes municípios estão diretamente ligadas a pecuária e a agricultura, seja ela temporária ou permanente.

---

<sup>20</sup> Esse valor é derivado da aplicação do antilog no valor *threshold* correspondente na Figura 2.

O que podemos notar é que os clubes com maior área desmatada (4.1) e (4.2) constituem os clubes já consolidados em termos de desmatamento, tendo tanto a pecuária como a agricultura extensiva atuando de forma intensa nestes municípios. Já com relação aos clubes com menor área desmatada (2.1) e (3.1), pode-se observar que a atividade econômica baseada na pecuária e na agricultura ainda encontra-se em seu processo inicial de desenvolvimento, consolidando-se, desta forma, como possíveis áreas de expansão do desmatamento.

*Tabela 3 – Análise de Regressão de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para os Clubes da Amazônia Legal*

<i>Municípios</i>	<i>Amazônia Legal</i>	<i>Clube 2.1</i>	<i>Clube 3.1</i>	<i>Clube 4.1</i>	<i>Clube 4.2</i>
	553	40	93	163	257
Constante	0,82* (0,28)	2,97* (1,51)	2,01* (1,01)	-0,81* (0,29)	-0,02 (0,02)
lnDesm <sub>2000</sub>	-0,09* (0,02)	0,25* (0,14)	-0,14* (0,13)	0,05* (0,02)	-0,03 (0,03)
lnPIB	0,001 (0,03)	0,56* (0,27)	0,13* (0,06)	0,05* (0,02)	0,02** (0,01)
lnRBOV	0,08* (0,02)	-0,55 (0,37)	0,04* (0,002)	0,02* (0,01)	0,09* (0,03)
lnCULTPERM	0,01* (0,006)	-0,03 (0,07)	0,01 (0,02)	0,009* (0,004)	0,03* (0,005)
lnCULTEMP	0,023* (0,001)	0,08 (0,07)	0,07** (0,04)	0,03* (0,01)	0,01* (0,008)
ln(Área Ocupada)	0,09* (0,04)	0,54 (0,41)	0,01 (0,06)	0,09* (0,04)	0,13* (0,04)
R <sup>2</sup> ajustado	0,21	0,27	0,38	0,22	0,20
Resíduo de Variância	0,14	0,74	0,25	0,16	0,10

Obs: \* significantes a 5%;

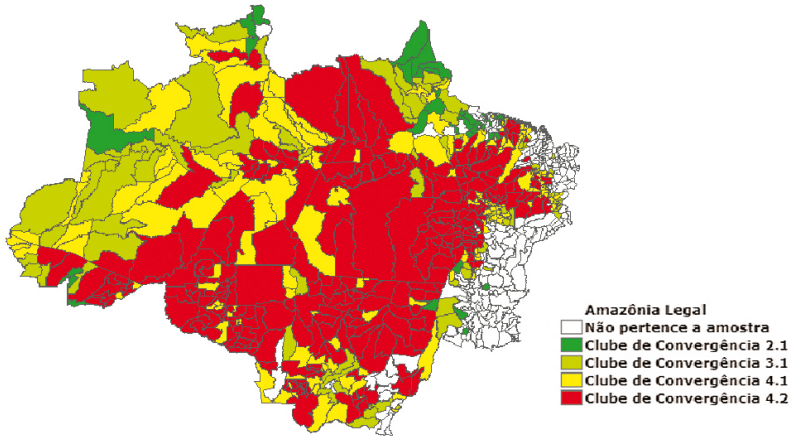
\*\* significantes a 10%;

Valores entre parênteses são os desvios-padrão.

Fonte: Elaboração dos autores.

Em termos espaciais, pode-se observar na Figura 2 a dispersão dos municípios no espaço geográfico da Amazônia Legal em termos dos clubes de convergência. Observa-se que os Clubes mais desmatados se concentram nos municípios dos Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia.

Figura 2 – Dispersão Espacial dos Municípios da Amazônia Legal de acordo com a Classificação dos Clubes de Convergência



Fonte: Elaboração dos autores.

## Estado do Amazonas

A descrição dos resultados para estado do Amazonas seguirá a mesma ordem descrita na descrição dos resultados para Amazônia Legal. Desta forma, a Tabela 4 abaixo sumariza os resultados encontrados para a divisão da amostra entre os nós de decisão e esta apresenta as mesmas características da Tabela 2. Os resultados revelam a existência de dois nós de decisão e de três nós terminais. Os nós de decisão correspondem ao nó inicial (amostra completa) e um na primeira interação (primeira divisão da amostra) (1.1), conforme mostra a Figura 3, ao lado.

Tabela 4 – Decisão de Divisão da Amostra

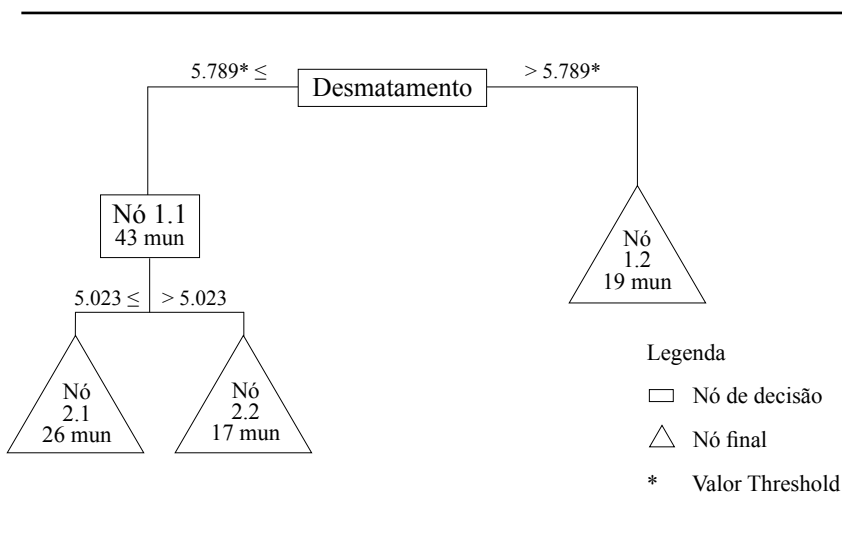
Nó de Decisão	Teste	Decisão de Divisão	
	Desm. 97	Valor threshold	Intervalo de Confiança
Desmatamento	19,00	5,79	[4,57; 6,29]
1.1	12,30	5,02	[5,02; 5,06]

Nota: Nível de significância utilizado foi de 95% e  $H_0$ : não há divisão da amostra.

Como na seção anterior, foi elaborado um diagrama de árvore com as mesmas características, ressaltando que o lado esquerdo de cada nó de decisão contém as observações no qual logaritmo do valor da produção é menor ou igual ao valor *threshold*. De acordo com a Figura 3, pode-se observar a existência de dois nós de decisão, bem como três nós terminais. Isto implica na existência de três clubes de convergência de desmatamento no estado do Amazonas.

O clube 2.1, correspondente ao clube com menor área desmatada, abrange os 26 municípios com área desmatada inferior a 151,86 Km<sup>2</sup>. O nó 2.2 corresponde ao clube de convergência intermediário, com 17 municípios, que possuem a área desmatada entre 151,86 e 329,63 Km<sup>2</sup>. Já o nó terminal 1.2, corresponde ao clube de convergência com maior área de desmatamento, compreendendo aos 19 municípios que possuem a área desmatada superior a 329,63<sup>21</sup> Km<sup>2</sup>.

Figura 3 – Diagrama de decisão do efeito threshold para o Estado Amazonas



Fonte: Elaboração dos autores.

Já os resultados intra-clubes, como pode ser observado na Tabela 5 abaixo, mostram que o clube com a menor área desmatada apresenta convergência entre seus municípios. O clube intermediário apresenta divergência entre os municípios, o que pode indicar que os mesmos podem estar em processo migração em direção aos pólos, bem como na formação de novos clubes. Já o clube com maior área desmatada não apresenta nem convergência nem divergência, o que pode indicar que os municípios estão em fase de transição para a formação de novos clubes de convergência ou simplesmente estão estagnados.

<sup>21</sup> Esse valor é derivado da aplicação do antilog no valor *threshold* correspondente na Figura 3.

Tabela 5 – Análise de regressão de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para os clubes do Estado do Amazonas

Municípios	Amazonas	Clube 2.1	Clube 2.2	Clube 1.2
	63	26	17	19
Constante	-6,11* (1,14)	-4,51* (1,26)	-15,5 (5,05)	-37,97* (0,04)
ln(DESM) <sub>1997</sub>	-0,58* (0,10)	-0,81* (0,12)	2,45* (1,00)	-0,38 (4,65)
ln(PIB)	0,79* (0,35)	-0,81 (0,92)	0,90** (0,59)	2,15* (0,55)
ln(RBOV)	0,13* (0,04)	0,13* (0,04)	0,12* (0,05)	0,46* (0,15)
ln (CULTPERM)	0,29* (0,10)	-0,23* (0,11)	-0,67 (0,14)	-0,77 (1,19)
ln(CULTEMP)	0,41* (0,17)	0,57* (0,13)	-0,64** (0,59)	-0,80 (1,71)
R <sup>2</sup> ajustado	0,35	0,77	0,60	0,67
Resíduo de Variância	2,07	0,88	1,21	1,46

Obs: \* significantes a 5%;

\*\* significantes a 10%;

Valores entre parênteses correspondem aos erros-padrões.

Para o clube de convergência com menor área desmatada (2.1), as variáveis Rebanho Bovino e Culturas Temporárias apresentaram-se significantes e com sinal positivo, indicando que as mesmas são primordiais para explicar o processo de desmatamento desse clube. A variável Cultura Permanente apesar de ter se apresentado significativa apresentou o sinal negativo, o que em linhas gerais não é uma surpresa, pois em geral as culturas permanentes estão ligadas a culturas de subsistência que por sua vez têm contribuído com uma intensidade menor no processo de desmatamento. Já o PIB, variável que foi utilizada como *proxy* para o grau de desenvolvimento econômico do município, não se mostrou importante para explicar o referido processo.

No clube intermediário (2.2) o PIB se mostrou importante para explicar o processo de desmatamento deste clube, indicando que o grau da atividade econômica do município estar diretamente ligado a este processo. A variável Cultura Permanente mostrou-se insignificante indicando que esta possui pouco poder para explicar o processo de desmatamento deste clube, onde a explicação segue a lógica explicitada no caso do clube com área menos desmatada. A variável Cultura Temporária mostrou-se significativa, indicando que é um fator importante na explicação do processo, mas apresenta sinal negativo, o que não quer dizer que ela esteja contribuindo para manter a floresta em pé, pelo contrário, o que pode estar havendo é

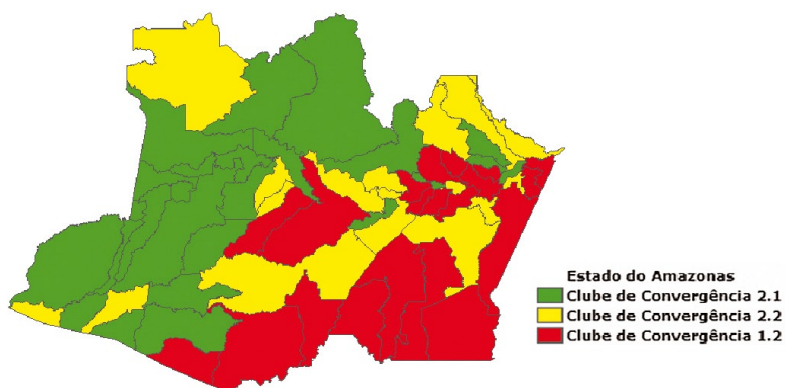
que esta cultura ainda esteja atuando em áreas já desmatadas anteriormente. O mesmo pode estar ocorrendo com a variável, Rebanho Bovino, que também se mostrou significativa, mas com sinal negativo.

Já com relação ao clube com maior área desmatada (1.2), a variável PIB e o Rebanho Bovino mostraram-se significantes para explicar o processo de desmatamento deste clube. Este resultado pode estar indicando que existe uma relação direta entre a atividade econômica do município e a pecuária e estes por sua vez com o processo de desmatamento. As variáveis Culturas Permanentes e Culturas Temporárias mostraram-se insignificantes para explicar o referido processo, o que pode indicar que estas estejam atuando em áreas anteriormente desmatadas pela pecuária.

Em termos agregados, os resultados indicam evidência para convergência global e que todas as variáveis explicativas mostraram-se importantes para explicar o processo de desmatamento dentro do estado do Amazonas.

Em termos espaciais, pode-se observar na Figura 4, a dispersão dos municípios no espaço geográfico do estado do Amazonas em termos dos clubes de convergência. Observa-se que o clube com menor área desmatada concentra os municípios da região norte do Estado, o clube intermediário concentra, principalmente, os municípios da região central do estado e já o clube maior área desmatada concentra principalmente os municípios que fazem fronteira com os estados do Pará, Mato Grosso, Rondônia e Acre.

*Figura 4 – Dispersão espacial do desmatamento no Estado do Amazonas*



Os resultados aqui encontrados corroboram o estudo da Cepal (2007), onde foi constatado que grande parte do desmatamento está concentrada nos municípios do sul do Estado. Com uma área total de 393.875 Km<sup>2</sup> (aproximadamente 25% do estado), e uma população de 258.674 habitantes (9% do estado) essa área concentrou até 2004 aproximadamente 30% (10.406 Km<sup>2</sup>) do desmatamento total no estado. Esse processo é explicado principalmente pela expansão da fronteira agropecuária advindas dos estados fronteiriços.

## Modelo com regressões quantílicas

A idéia por trás das regressões quantílicas é estimar qual o efeito sob qualquer separatriz na distribuição de  $y$  dado  $x$ , quando  $x$  muda. Assim, as regressões quantílicas permitem analisar o impacto das variáveis explicativas em diferentes pontos da distribuição condicional a variável dependente.

A motivação para a criação dessa metodologia nasce no que Koenker e Basset (1978) em seu artigo seminal sobre o assunto chamaram de problema da “robustez da hipótese distribucional” do processo gerador dos dados. De fato, como depois foi explorado pelos chamados “modelos de locação”, utilizados pela teoria da “estimação robusta”, a presença de *outliers* torna os estimadores de mínimos quadrados estimadores pobres em muitas situações em que os dados derivam de distribuições não-gaussianas especialmente aqueles com *long-tailed* (longas caudas).

Assim, a distribuição dos erros com caudas maiores que a distribuição gaussiana requereria que os estimadores modificassem a média amostral colocando um menor peso sobre os extremos da distribuição. Esse fato, como enfatizado por Koenker e Basset (*op. cit.*), sugeria que poderia existir uma classe de estimadores superiores aos dos mínimos quadrados para modelos lineares não-gaussianos, uma vez que eles agregariam mais informações que os estimadores de médias condicionais.

Além do mais, as regressões quantílicas apresentam algumas características interessantes, como ressaltadas por Buchinsky (1998): i) os modelos podem ser usados para caracterizar toda a distribuição condicional de uma variável resposta dado um conjunto de regressores; ii) a função objetivo da regressão quantílica é uma soma ponderada de desvios absolutos, fornecendo, portanto, uma medida de locação robusta, de modo que o vetor de coeficientes estimados não é sensível às observações extremas na variável dependente; iii) quando os erros não seguem uma distribuição normal os estimadores de regressão quantílica podem ser, ainda, mais eficientes que os estimadores de mínimos quadrados; iv) soluções diferentes para *quantis* distintos podem ser interpretadas como diferenças na resposta da variável dependente às mudanças nos regressores em vários pontos da distribuição condicional da variável dependente.



## O Modelo utilizado

$$\begin{aligned}
 desm_{i98} = & \alpha_i + \beta_1 \ln cultperm_{i98} + \beta_2 \ln cultemp_{i98} + \beta_3 \ln rebbov_{i98} + \beta_4 \ln estcred_{i98} + \\
 & \beta_5 \ln eduadu_{i98} + \beta_6 \ln matricula_{i98} + desmat_{i97} + \beta_7 \ln cultperm_{i97} + \beta_8 \ln cultemp_{i97} + \\
 & \beta_9 \ln rebbov_{i97} + \beta_{10} \ln pibpc_{i97} + \beta_{11} \ln eduadu_{i97} + \beta_{12} \ln estcred_{i97} + \beta_{13} desndemog_{i98} \\
 & + \beta_{14} densboi_{i98} + \beta_{15} tcresboi_{i98} + \beta_{16} PIM + u_i
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Onde, as variáveis seguem descritas no Quadro 3, e supõem-se um erro estocástico  $u_i$  i.i.d.

A partir do disposto, percebe-se que a análise quantílica pode fornecer uma análise da influência das variáveis explicativas selecionadas para os municípios em diferentes níveis de desmatamento. Assim a partir dos valores de referência dos clubes de convergência calculados, pôde-se estimar o percentil que pertencia cada clube. No caso, o primeiro clube corresponde até o percentil 20º, depois incluindo o segundo clube, indo até o percentil o 33º e por fim, incluindo o último clube indo até o último percentil.

A partir dessa divisão procederam-se três estimações quantílicas com o objetivo de verificar possíveis mudanças na significância e efeito das variáveis selecionadas para os intervalos de quantis e, portanto, para cada clube de convergência.

*Quadro 3 – Variáveis utilizadas*

<i>Variável</i>	<i>Descrição</i>
$Desm_{i98}$	desmatamento (Km <sup>2</sup> ) em 98
$\ln cultperm_{i98}$	log natural da cultura permanente em 98
$\ln cultemp_{i98}$	log natural da cultura temporária em 98
$\ln rebbov_{i98}$	log natural do rebanho bovino em 98
$\ln estcred_{i98}$	log natural do estoque de crédito em 98
$\ln eduadu_{i98}$	lognatural da educação de adultos em 98
$\ln matricula_{i98}$	lognatural da matrícula em 98
$densdemog_{i98}$	densidade demográfica em 98
$densboi_{i98}$	densidade de bois em 98
$tcresboi_{i98}$	taxa de crescimento do rebanho bovino em 98

(continua)

<i>Variável</i>	<i>Descrição</i>
desmat <sub>197</sub>	desmatamento em 97
lncultperm <sub>197</sub>	log natural da cultura permanente em 97
lncultemp <sub>197</sub>	log natural da cultura temporária em 97
lnrebbov <sub>197</sub>	log natural do rebanho bovino em 97
lnpibpc <sub>197</sub>	log natural do PIB per capita em 97
lneduadu <sub>197</sub>	log natural da educação de adultos em 97
lnestcred <sub>197</sub>	log natural do estoque de crédito em 97

Como esse modelo é estimado em uma estrutura *cross-section*, fez-se a verificação da relevância da variável PIM apenas no período 1997-1998.

### Análise das Evidências Quantílicas

Com base nos resultados para as regressões quantílicas apresentados na Tabela 16, é desenvolvida a análise para cada um dos Clubes de Convergência.

Tabela 6 – Resultados para Regressões Quantílicas 1998-1997.

<i>Variáveis</i>	<i>Quantil 20°</i>	<i>Quantil 33°</i>	<i>Quantil 99°</i>
PIM	-25, 1780 (27, 6429)	-27, 4690 (15, 2672)	-602, 4912* (0, 0468)
lncultperm <sub>198</sub>	17, 4396 (18, 0539)	40, 1851* (11, 5794)	18, 8493* (0, 0388)
lncultemp <sub>198</sub>	-7, 7368 (14, 8865)	-15, 9145 (10, 5983)	64, 2884* (0, 0375)
lnrebbov <sub>198</sub>	153, 7479* (50, 5434)	71, 4807* (34, 8581)	-291, 3017* (0, 1341)
lnestcred <sub>198</sub>	17, 9710* (10, 3159)	15, 2291* (7, 6100)	-26, 0594* (0, 0191)
lnmatricula <sub>198</sub>	-36, 2595* (16, 3088)	-26, 0401* (9, 7904)	149, 2981* (0, 0301)
lncultperm <sub>197</sub>	10, 1630 (17, 7165)	-11, 3883 (11, 3133)	-16, 2097* (0, 0386)
lncultemp <sub>197</sub>	-6, 4225 (15, 2491)	10, 4255 (11, 0331)	-32, 5234* (0, 0387)
lnrebbov <sub>197</sub>	-63, 6255 (49, 5354)	6, 81171 (34, 7528)	376, 1926* (0, 1350)
lnpibpc <sub>197</sub>	5, 5116 (7, 8654)	1, 9721 (5, 5366)	-33, 4508* (0, 0162)

(continua)

<i>Variáveis</i>	<i>Quantil 20°</i>	<i>Quantil 33°</i>	<i>Quantil 99°</i>
lneduadu <sub>197</sub>	45, 2909* (10, 6111)	42, 7904* (6, 9837)	-1, 9012* (0, 0217)
lnestcred <sub>197</sub>	7, 5313 (8, 9028)	18, 7915* (6, 1642)	81, 7577* (0, 0169)
densdemog <sub>198</sub>	-1, 6534* (0, 3205)	-0, 7780* (0, 2408)	0, 6989* (0, 0065)
densboi <sub>198</sub>	0, 3102 (0, 3525)	0, 1762 (0, 2186)	-4, 3323* (0, 0006)
tcresboi <sub>198</sub>	2, 1132* (0, 8910)	2, 071* (0, 4792)	13, 6974* (0, 0016)
Const.	-1131,37* (141, 6223)	-4, 4146 (17, 6822)	-1455, 256 (0, 2762)
p-seudo r2	0, 3367	0, 3658	0, 5883
n. obs.	232	232	232

Obs: os parênteses referem-se aos erros-padrões.

\* Estimativas significantes a pelo menos 10%, o resto é não significante.

Nota: As variáveis lnEDUADU e DESMAT(-1) foram excluídas devido à alta multicolineariedade.

A regressão quantílica realizada para o quantil 20, que seria representativo do clube de convergência com menor desmatamento, apresenta como evidências significantes para o tempo atual (t), as variáveis em logaritmo natural: tamanho do rebanho bovino, crescimento do rebanho bovino, estoque de crédito e matrícula no ensino primário. A variável educação de adultos foi à única significante com uma defasagem<sup>22</sup>.

As variáveis tamanho do rebanho bovino e taxa de crescimento do mesmo aparecem com sinal esperado, enfatizando que mesmo para o quantil com menor desmatamento são vetores que influenciam positivamente para o seu aumento. Por seu turno, a variável estoque de crédito atual, pelo sinal positivo representa que a disponibilidade de crédito está se direcionando para atividades (ou ativos nessas atividades) que promovam o desmatamento naquela data.

A variável matrícula, com sinal negativo leva-nos a inferir que indivíduos com um maior número de filhos matriculados na escola (ensino fundamental), têm menos “braços” para trabalhar em atividades que promovam o desmatamento.

Por outro lado, a informação ou conhecimento acessado pela população adulta através desta modalidade de educação, tem como efeito, estimular no ano seguinte o engajamento em ocupações em atividades que promovam o desmatamento. Assim, uma melhora na qualificação da força de trabalho a partir do acesso a educação, pode ser a diferença entre estar ou não ocupado no ano seguinte, o que dada às oportunidades existentes, ocorre no setor agropecuário e, portanto,

<sup>22</sup> Isto é, sendo influenciada pela variável explicativa no ano anterior.

pelos resultados obtidos, em atividades que promovam o desmatamento. Além disso, um possível efeito de aumento da consciência ambiental oriundo do acesso a educação, é atenuado pela própria necessidade de sobrevivência que estimula a procura de ocupações nas poucas oportunidades existentes.

Ao incorporar os municípios que fazem parte do clube de convergência intermediário, observa-se agora que as variáveis que concorrem para o desmatamento no tempo atual são: o rebanho bovino, tamanho, crescimento e densidade, todas com sinais positivo, a cultura permanente e o estoque de crédito. Somente a matrícula no ensino fundamental aparece como força contrária a este movimento no momento atual. Por outro lado, as variáveis educação de adultos e estoque de crédito passado também constituem forças que promovem o desmatamento.

A influência do PIM, entretanto, é significativa e com sinal negativo, denotando que nos municípios da área de influência da SUFRAMA as atividades econômicas pela dinâmica que esta cria em função do PIM, acabam por inibir as atividades com maior potencial devastador.

Agregando os demais percentis, para dar conta do último clube de convergência – o de maior desmatamento – observa-se que todas as variáveis testadas são significantes. Neste clube de convergência fica evidente que não só a pecuária, mas também as culturas permanentes e temporárias atuam no sentido de aumentar o desmatamento. Com relação à pecuária especificamente, verifica-se que os resultados das variáveis selecionadas têm que ser entendidos de forma conjunta. Enquanto que a taxa de crescimento do bovino concorre para o aumento do desmatamento, uma maior produtividade do pasto, com um maior número de bois por hectare, diminui a pressão por novas terras e, por essa via pelo desmatamento. Todavia, o sinal negativo da estimativa tamanho do rebanho do bovino no momento atual, contrastando ao sinal positivo da estimativa tamanho do bovino no momento anterior, pode ser representativo que o crescimento do rebanho ocorra primeiro ocupando novas áreas de pastagem e depois utilizando a forma mais eficiente. Ressalta-se mais uma vez o papel do PIM com sinal negativo consistindo em uma força que atua contra a lógica do desmatamento promovido pelas atividades mais intensivas no uso dos recursos naturais.

As culturas permanentes e temporárias atuam de modo diferente sobre o desmatamento dependendo do tempo. Assim, enquanto no tempo atual são vetores positivos sobre o desmatamento, no momento anterior restringem o mesmo. Isto pode ser atribuído ao fato que quando são implantadas elas aproveitam áreas anteriormente ocupadas por pasto ou áreas já degradadas. No entanto, no momento seguinte passam a requerer novas áreas, sendo elas mesmas forças impulsionadoras da fronteira agrícola, em sua expansão territorial.

Seguindo este raciocínio, nas áreas mais devastadas o crédito se direcionou prioritariamente para pecuária e, depois para outras atividades econômicas, por isso o sinal positivo da variável no momento atual e negativo no tempo anterior.

As variáveis representativas do capital humano também foram relevantes para explicar o desmatamento, sendo que, enquanto a matrícula no tempo atual concorre de modo a aumentar o desmatamento, o contrário ocorre com a educação de adultos no tempo passado, que influencia de modo atenuar o desmatamento. Isto parece indicar que a oportunidade da educação para os adultos favorece a criação de alternativas de sobrevivência das famílias que não estejam necessariamente relacionadas a uma pressão sobre o uso dos recursos naturais. De outra parte, isto pode também significar que adultos com maior conhecimento se ocupem com atividades econômicas em outras áreas como a de serviços, por exemplo, e não aquelas relacionadas à degradação ambiental, como a exploração madeireira e a pecuária.

## Modelo com dados em painel

O modelo proposto para ser utilizado com dados de painel é o seguinte:

$$\begin{aligned} desm_{it} = & \alpha_i + \beta_1 \ln cultperm_{it} + \beta_2 \ln cultemp_{it} + \beta_3 \ln rebbov_{it} + \beta_4 \ln estcred_{it} + \beta_5 \ln eduadu_{it} + \\ & \beta_6 \ln matricula_{it} + desmat_{it-1} + \beta_7 \ln cultperm_{it-1} + \beta_8 \ln cultemp_{it-1} + \beta_9 \ln rebbov_{it-1} + \beta_{10} \ln pibpc_{it-1} + \\ & \beta_{11} \ln eduadu_{it-1} + \beta_{12} \ln estcred_{it-1} + \beta_{13} desndemog_{it-1} + \beta_{14} densboi_{it-1} + \beta_{15} cresboi_{it-1} + \beta_{16} PIM + u_{it} \end{aligned} \quad (7)$$

Onde, as variáveis seguem a descrição conforme o Quadro 4 e é assumido que o erro  $u_{it}$  é i.i.d.

### *Evidências Empíricas*

Um primeiro resultado empírico relevante é quanto ao Teste de Hausman. De fato, como a estatística de teste (12,84) é menor do que o valor crítico (a 5%) de uma estatística qui-quadrado com (k=16) graus de liberdade (26,41), então, não se rejeitou a hipótese nula, de que a igualdade nos parâmetros é não sistemática, o que implica que o modelo indicado para a estimação é de efeito aleatório. Assim, o modelo a ser estimado é apresentado abaixo no Quadro 4 e logo a seguir as variáveis utilizadas são definidas:

## Quadro 4 – Variáveis utilizadas

Variáveis	Descrição
$desm_{it}$	Desmatamento no município $i$ e tempo $t$ ;
$Incultperm_{it}$	log natural da cultura permanente no município $i$ e tempo $t$ ;
$Incultemp_{it}$	log natural da cultura temporária no município $i$ e tempo $t$ ;
$Inrebbov_{it}$	log natural do rebanho bovino no município $i$ e tempo $t$ ;
$Inestcred_{it}$	log natural do estoque de crédito no município $i$ e tempo $t$ ;
$Ineduadu_{it}$	log natural da educação de adultos no município $i$ e tempo $t$ ;
$Inmatricula_{it}$	log natural da matrícula no município $i$ e tempo $t$ ;
$Indemog_{it}$	densidade demográfica no município $i$ e tempo $t$ ;
$densboi_{it}$	densidade de bois no município $i$ e tempo $t$ ;
$tcresboi_{it}$	taxa de crescimento do rebanho no município $i$ e tempo $t$ ;
$desmat_{it}$	desmatamento no município $i$ e tempo $t-1$ ;
$Incultperm_{it-1}$	log natural da cultura permanente no município $i$ e tempo $t-1$ ;
$Incultemp_{it-1}$	log natural da cultura temporária no município $i$ e tempo $t-1$ ;
$Inrebbov_{it-1}$	log natural do rebanho bovino no município $i$ e tempo $t-1$ ;
$Inpibpc_{it-1}$	log natural do PIB <i>per capita</i> no município $i$ e tempo $t-1$ ;
$Ineduadu_{it-1}$	log natural da educação de adultos no município $i$ e tempo $t-1$ ;
$Inestcred_{it-1}$	log natural do estoque de crédito no município $i$ e tempo $t-1$ .

Os resultados apresentados na Tabela 7 indicam uma influência significativa e positiva da cultura temporária tanto no tempo presente quanto na sua primeira defasagem sobre o desmatamento, muito embora a cultura permanente seja não significativa. Isto pode indicar que esta primeira cultura, liderada pela soja e arroz, seja o caminho da expansão da fronteira agrícola, como bem argumentaram Puty; Almeida; Rivero (2007) e Nepstad *et al.* (2006).

Os resultados da atividade da pecuária sobre o desmatamento têm que ser considerados com mais cuidado. De um lado, o sinal positivo da taxa de crescimento do rebanho bovino corrobora o esperado, como indicado em outros estudos citados neste relatório. Entretanto, o sinal negativo do tamanho do rebanho bovino, *vis a vis*, o da densidade demográfica do rebanho por hectare, tem que ser analisados de forma conjunta com este primeiro resultado e, também, com o sinal positivo do rebanho a uma defasagem. De fato, quanto maior o número de cabeças por hectare, maior a eficiência no uso da terra e, portanto, menor a necessidade de novas terras à medida que o rebanho cresce.

Por outro lado, dado um maior efetivo de rebanho era de se esperar uma influência positiva sobre o desmatamento – crescendo com este. Todavia, isto seria verdade apenas considerando um tipo de pecuária extensiva, como a pecuária de corte. Assim, o resultado negativo do tamanho do rebanho bovino por município pode estar atrelado ao resultado das duas outras variáveis, pode representar um aumento da pecuária de leite na região amazônica, em detrimento a pecuária de corte – o que está ocorrendo, por exemplo, no estado do Pará<sup>23</sup>, o que por suas características de confinamento leva a um melhor aproveitamento da área existente, com menor impacto sobre o desmatamento.

*Tabela 7- Resultados para Regressões em Painel – Efeito Aleatório.*

<i>Variáveis</i>	<i>Estimativas</i>
PIM	-17,5421* (6,7059)
lnCULTPERM	6,9625** (12,1861)
lnCULTEMP	41,2181* (10,3955)
lnREBBOV	-20,27126* (11,6405)
lnESTCRED	4,0925* (2,1429)
lnEDUADU	-3,6013** (6,0342)
lnMATRICULA	13,2166* (6,5679)
DESMAT (-1)	0,5183* (0,0602)
lnCULTPERM (-1)	8,6312** (11,4593)
lnCULTTEM (-1)	-32,4623* (10,3329)
lnREBBOV (-1)	40,1508* (10,4458)
lnPIBPC (-1)	21,0976* (7,7787)

(continua)

<sup>23</sup> Segundo Guillhotto et. al. (2007), o PIB da pecuária de leite no estado do Pará cresceu quase o dobro da pecuária de corte entre 2002 e 2005.

<i>Variáveis</i>	<i>Estimativas</i>
lnEDUADU (-1)	-10,40262* (4,6364)
lnESTCRED (-1)	-5,2904* (2,7479)
lnPIBPC (-2)	-27,9750* (7,1289)
DENSDEM	-0,0118** (0,0907)
DENSBOI	-0,3382* (0,0776)
Txcrescbov	0,00003* (0,0000095)
Const.	-81,3127* (35,1804)
R-sq	within = 0,2446 Between = 0, 9320 Overall = 0, 4220
Wald chi2(18)	= 1882
n. obs.	= 3502

\*Significantes a pelo menos 10%;

\*\* não são significantes. Nota: os parênteses referem-se aos erros-padrões.

Todavia, quando se toma em conjunto o sinal positivo do tamanho do rebanho bovino no período anterior, com o sinal negativo no tempo atual – do tamanho do rebanho bovino –, isto pode representar um “hiato” temporal entre o desmatamento, para aumento da área de pasto, e sua ocupação efetiva pelo rebanho, inclusive, o rebanho que cresceu entre o período anterior e o período recente. Em verdade, considerando apenas a pecuária de corte de caráter extensivo, o crescimento do rebanho entre  $t$  e  $t-1$ , pode implicar a necessidade que novas áreas sejam incorporadas como área de pasto e, por isso mesmo, avanço do desmatamento.

O sinal do estoque de crédito positivo no tempo  $t$  corrobora o esperado, no sentido que quanto maior a disponibilidade de crédito no tempo presente maior o avanço da pecuária, criando um efeito indireto positivo sobre o desmatamento. Entretanto, o sinal negativo a uma defasagem pode indicar que o financiamento o tempo anterior seja aquele que seja utilizado para atividades que requerem um maior tempo de maturação, como equipamentos, por exemplo, e não estejam servindo para aumento do efetivo de matrizes ou coisas do gênero, corroborando, inclusive, os resultados encontrados para as regressões quantílicas.



As *proxies* para capital humano reproduzem os resultados anteriores obtidos para as regressões quantílicas em que a matrícula concorre de modo a aumentar o desmatamento, enquanto que a educação de adultos influencia de modo atenuar o desmatamento, sendo esta última significativa apenas no período anterior.

O PIB *per capita* para a primeira e segunda defasagem experimentou uma mudança de sinal de positivo para negativo, ambos significantes, refletindo que o desmatamento pode não estar diretamente relacionado ao crescimento econômico, mas a que atividades econômicas foram predominantes para alavancar este crescimento.

Por fim, o comportamento da variável PIM, também, refletiu ao que fora encontrado na estimação com regressões quantílicas, denotando pelo seu sinal negativo, que este tem a influência de diminuir o desmatamento.

# CAPÍTULO 4

## O efeito PIM: análise contrafactual

*José Aroudo Mota*

*José O. Cândido Jr.*

---

ESTE SEGMENTO DO ESTUDO DESENVOLVE uma análise econométrica, utilizando dados de corte seccional (*cross-section*) para avaliar os efeitos do Pólo Industrial de Manaus na área do município de Manaus.

### Especificação do modelo

Especificou-se e estimou-se um modelo para o desmatamento no Estado do Amazonas, o qual é desmembrado em três etapas. Na primeira, são mapeados os principais determinantes do desmatamento dos municípios do Estado do Amazonas, excluindo-se Manaus, onde está localizado o Pólo Industrial de Manaus (PIM). Ao realizar esse mapeamento, por meio de um ajuste econométrico de uma equação dos determinantes do desmatamento, obtém-se um padrão médio de desmatamento dos municípios que não sofrem influência direta do PIM. Na segunda etapa, realiza-se um exercício contrafactual, que pode ser resumido na resposta à seguinte pergunta:

*Se Manaus seguisse o mesmo padrão médio de desmatamento dos demais municípios do Estado do Amazonas, qual seria o desmatamento previsto na capital do Estado?*

A idéia é imputar a Manaus a mesma influência dos determinantes do desmatamento dos demais municípios, *como* se Manaus (por isso é um exercício contrafactual) apresentasse características próximas aos demais municípios, no tocante ao problema do desmatamento. Ocorre que Manaus abriga o PIM e acredita-se (por hipótese) que essa é uma característica importante para o desmatamento, em relação aos demais municípios.

Portanto, na terceira etapa compara-se o desmatamento previsto pelo modelo para Manaus com o desmatamento efetivo em Manaus: se a diferença entre esses valores for pequena é porque o PIM não é um fator importante para evitar o

desmatamento da floresta. Caso contrário, os resultados irão corroborar a importância do PIM, como um exemplo de política pública que foi e é responsável pelo controle do desmatamento.

A seguir, essas etapas são descritas com mais detalhe. Inicialmente, é ajustada uma equação para os municípios que não têm ou sofrem influência reduzida do PIM, tal como:

$$Y = \beta X + \varepsilon \quad (1)$$

Expandindo-se (1) acima, tem-se

$$Y = \beta_o + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i \quad (2)$$

Em que Y é uma variável representativa do desmatamento, X é um vetor de variáveis explicativas e  $\varepsilon$  é um termo de erro. O modelo inicial ajustou uma equação para o desmatamento, no ano de 1997. O modelo ajustado utilizou as bases disponíveis, cujas variáveis são: rebanho bovino (total de cabeças), a utilização de terras em áreas de lavoura permanente, PIB real dos municípios (deflacionado para preços de 2006), densidade demográfica e população residente no município.

Além dessas variáveis, acrescentou-se à especificação do modelo: estoque de crédito rural para custeio e investimento (R\$) *per capita*, número total de contratos de crédito rural *per capita*, um índice de custo de transporte (rodoviário e hidroviário) da sede municipal até a capital mais próxima, um índice de custo de transporte (rodoviário e hidroviário) da sede municipal até São Paulo.<sup>1</sup>

A idéia inicial foi concentrar-se nos principais determinantes, que a literatura recente tem enfatizado para explicar o desmatamento tais como a expansão da fronteira agrícola e a atividade pecuária no Estado do AM, como fatores mais relevantes, sobretudo no período mais recente. No entanto, outras atividades econômicas ou determinantes poderiam ser testadas no modelo. Por exemplo, a produção de carvão ou ferro-gusa e a exploração madeireira têm sido apontadas pelos especialistas como um fator importante no desmatamento na Amazônia.

Assim, Margulis, (2003) sugere que os ganhos econômicos com a atividade pecuária na Amazônia são relativamente baixos, e que um dos determinantes que explicam o incremento dessa atividade na região são os incentivos governamentais na forma de subsídios ou créditos. Portanto, essa argumentação justifica a escolha

<sup>1</sup> Esses índices foram obtidos e construídos a partir do IPEA-Data. O índice inclui os modais rodoviários e aquaviários – para a região Norte. Para mais detalhes ver Castro (2004).

das variáveis de estoque de crédito rural para custeio e investimento e número total de contratos de crédito rural. Por outro lado, Young, et al. (2007) destacam outros fatores, como a rentabilidade no uso da terra, a utilização do rebanho bovino, como reserva de valor e “questões políticas e institucionais também são decisivas: incapacidade de implementar o comando e controle (fiscalização ambiental insuficiente, caos fundiário, etc.)”.

As variáveis demográficas são tradicionais nos modelos de desmatamento, destacando-se o tamanho da população e a densidade demográfica. Uma variável também passível de teste seria os fluxos migratórios. O custo de transporte também é um fator importante, dado que é um dos elementos que compõem a rentabilidade das atividades econômicas na região. Espera-se uma relação negativa entre desmatamento e custo de transporte, ou seja, quanto menor for o custo de transporte maior será o desmatamento.

Deste modo, o efeito PIM é estimado como:  $\hat{Y}_M = \sum_{i=1}^n \hat{\beta}_i \cdot X_{Mi}$ ; onde  $X_{Mi}$  representam as variáveis explicativas para Manaus,  $\hat{\beta}_i$  os coeficientes estimados dos determinantes do desmatamento para todos os municípios (exceto Manaus). O método de estimação é de Mínimos Quadrados Ordinários. Portanto,  $\hat{Y}_M$  é o desmatamento estimado para a cidade de Manaus, caso não existisse o PIM nesse município. Então: se  $\hat{Y}_M > Y_{MP}$ ; o PIM exerce um efeito redutor nas taxas de desmatamento no Estado, sendo que  $Y_M$  representa o desmatamento efetivo na cidade de Manaus.

## Resultados da análise

Foram testados e estimados diversos modelos de determinantes do desmatamento para os municípios do Amazonas, excluindo-se Manaus. Quatro modelos finais foram selecionados e estimados levando-se em consideração o grau de significância dos determinantes do desmatamento propostos pela literatura especializada e pela natureza do problema no Estado do Amazonas.

Quanto a este último ponto, é importante ressaltar que a própria Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Governo do Estado aponta que as maiores pressões para o desmatamento advêm do processo de expansão da fronteira agropecuária no sul do Estado, que pode ser explicado por três subfatores.

Primeiro, na região de Apuí, Manicoré e Novo Aripuanã os grandes projetos de assentamentos rurais do INCRA (Acari, Juma e Matupi) levaram a uma substituição da agricultura familiar pela pecuária nessa área.

Segundo, o aumento do fluxo migratório, oriundo do Acre e Rondônia e da população nos municípios de Canutama, Lábrea e Boca do Acre, buscou uma alternativa de renda com a pecuária e a exploração madeireira.

Terceiro, a utilização de terras nos municípios de Manicoré, Humaitá, Canutama e Lábrea para agricultura com alto potencial tecnológico e intensiva em capital. A irregularidade fundiária e os baixos índices de desenvolvimento humano, que variam entre 0,4 e 0,7, no Amazonas, permeiam todo o processo de desmatamento, não somente no sul do Estado, mas também nas demais áreas que não contam com alternativas sustentáveis de exploração econômica. Desta forma é que Manaus se diferencia dos demais municípios, por abrigar o Pólo Industrial que se enquadra na condição de desenvolver uma atividade econômica compatível com a manutenção da cobertura florestal.

Os modelos estimados procuram reproduzir a situação dos principais determinantes do desmatamento no Amazonas com a seguinte estrutura: variáveis representativas diretamente da atividade agropecuária, tais como Rebanho Bovino (RBOV) e a área de Lavoura Permanente (LAV), uma variável demográfica (População – POP), uma variável representativa das condições de crédito: Estoque de Crédito Rural *per capita* (ECRUR) ou Contratos de Crédito Rural *per capita* (CCRUR) e, finalmente, um determinante que capta o custo de transporte (rodoviário e fluvial): Custo de Transporte da sede do município para a capital mais próxima (CTCAP) ou Custo de Transporte da sede do município até São Paulo (CTSP). Outros determinantes sugeridos pela literatura foram testados, porém por serem estatisticamente não significativos foram excluídos dos modelos, nesse caso o PIB ou PIB *per capita* e a densidade demográfica. Também foram testadas outras variáveis representativas do capital físico, tais como capital residencial (*per capita*) urbano ou rural dos municípios do Amazonas. Entretanto, os resultados dos coeficientes não foram significativos.

Observando-se os sinais dos coeficientes das variáveis que foram significativos e que estão expressos na Tabela 1, é possível se constatar a aderência à realidade dos modelos propostos. As variáveis representativas da pecuária e da agricultura apresentaram sinais positivos, assim como os incentivos concedidos a essas atividades, por meio de crédito. Além disso, a pressão populacional nos municípios do Amazonas que não detêm uma base econômica consolidada é mais um fator de pressão sobre a floresta. As variáveis de custo de transporte também refletem uma realidade no Estado do Amazonas, ou seja, maiores custos de transportes inibem a rentabilidade das atividades agropecuárias ou de extração de recursos, com isso contribuem, isoladamente, para reduzir as áreas desmatadas.

Vale ressaltar que os modelos foram robustos, ou seja, mantiveram a significância e sinais dos coeficientes estimados, ao se alterarem as especificações com as variáveis representativas do crédito rural e custo de transporte. Por exemplo, os resultados não mudam quando se utiliza estoque de crédito rural *per capita* (variável de volume de recursos) ou contratos de créditos rurais *per capita* (variável de quantidade).

Tabela 1 – Modelos de determinantes do desmatamento no estado do Amazonas.

Variáveis	Coeficientes estimados			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Constante	156, 155	109, 767	283, 701	221, 901
RBOV	(2, 771) 0, 006	(1, 871) 0, 006	(3, 041) 0, 006	(2, 332) 0, 006
LAV	(3, 707) 0, 023	(3, 678) 0, 026	(3, 599) 0, 024	(3, 590) 0, 027
POP	(1, 778) 0, 005	(2, 133) 0, 005	(1, 827) 0, 005	(2, 454) -
ECRUR	(2, 390) 1, 630	(2, 520) -	(2, 345) 1, 619	(2, 454) -
CCRUR	(2, 558) -	- 10, 900, 790	(2, 990) -	- 10.854,060
CTCAP	- -0, 046	(3, 328) -0, 042	- -	(3, 226) -
CTSP	(-3, 134) - -	(-2, 960) - -	- -0, 037 (-2, 864)	- -0, 033 (-2, 627)
Estatísticas				
R <sup>2</sup>	0, 699	0, 723	0, 690	0, 713
F	20, 885	23, 512	20, 003	22, 386
Crit. de inform. Akaike	13, 311	13, 227	13, 341	13, 262
Crit. de inform. Schwarz	13, 538	13, 454	13, 586	13, 483

Obs.: RBOV – Cabeças de Rebanho Bovino; LAV – Área de Lavoura Permanente; POP(População); ECRUR (Estoque de Crédito Rural *per capita*); CCCRUR (Contrato de Crédito Rural *per capita*); CTCAP (Custo de transporte da sede do município para a capital mais próxima); CTSP (Custo de transporte da sede do município para capital mais próxima de São Paulo).

Embora os sinais dos coeficientes dos determinantes do desmatamento no Estado do Amazonas tenham sido, estatisticamente significativos e na direção esperada, os resultados da Tabela acima não permitem uma comparação, em termos de magnitude, ou seja, tentar se inferir quais as variáveis que são mais importantes

para se explicar o desmatamento. O problema é que as variáveis são medidas em unidades diferentes. Para poder comparar essas magnitudes, os modelos foram re-estimados utilizando dados padronizados, que podem ser entendidos como uma transformação dos dados originais buscando preservar a mesma variabilidade dos dados primários, o que é importante para as estimativas econométricas. Por definição, o valor padronizado de uma variável é dado pelo valor de cada observação menos a média amostral, dividido, esse resultado, pelo desvio-padrão da amostra. Expressando matematicamente:

$$VPX_i = (X_i - M_x) / DP_x \quad (18)$$

Onde,

- $VPX_i$  é o valor padronizado da observação  $i$  da variável  $X$ ; No caso específico  $i$  é um município do Amazonas e  $X$  é uma variável de interesse, por exemplo, cabeça de rebanho bovino;
- $X_i$  é o valor observado da variável  $X$  para a unidade  $i$ ;
- $M_x$  é a média dos valores amostrais da variável  $X$ . Por exemplo, a média municipal de cabeças de rebanho bovino no Amazonas;
- $DP_x$  é o desvio-padrão dos valores amostrais da variável  $X$ .

Ao realizar essa transformação nos valores das variáveis, estas perdem sua dimensão de medida original e passam a ser números puros adimensionais. Os coeficientes estimados se situam entre -1 e 1 ou em termos de módulo, entre 0 e 1, e, assim, podem ser comparáveis em suas magnitudes.

A Tabela 2 mostra os resultados dos modelos padronizados. A atividade pecuária é o principal fator do desmatamento no Estado do Amazonas quando comparado aos demais fatores. O valor do coeficiente dessa atividade se situou em 0,33, em todos os modelos. Esses resultados estão em consonância com evidências recentes referidas por Young, et.al.(2007), que apontam que, no caso do Amazonas, a maior pressão sobre a cobertura florestal decorre da expansão da pecuária. Segundo dados do IBGE, entre 2001 e 2005, o crescimento do número de bovinos nesse Estado foi de 39%, acima da média brasileira, que foi da ordem de 22%. Em segundo plano, com coeficientes muito próximos, mas inferiores estão as variáveis representativas do tamanho da população, o acesso ao crédito rural e os custos de transportes. Vale ressaltar que o número de contratos de crédito *per capita* apresentou um coeficiente de 0,32, praticamente igual ao número de bovinos.

Portanto, crédito rural e atividade pecuária são fatores complementares e de importância significativa na explicação do desmatamento. Quanto ao custo de transporte, a avaliação é feita observando o valor absoluto do coeficiente e também serve de alerta, dado que as iniciativas meritórias de redução do custo de transportes, como melhorias nas condições de trafegabilidade das BR-319, BR 364 e BR 317, devem ser acompanhadas por rigorosa governança ambiental.

Caso contrário, poderia ser um fator atrativo adicional para o aumento dos fluxos migratórios, em direção ao Estado do Amazonas e expansão das atividades intensivas em desmatamento. Por último, a atividade agrícola é um fator de menor pressão relativa para o desmatamento no Amazonas. Por exemplo, a média dos coeficientes estimados nos quatro modelos para a área de lavoura permanente é cerca de 59% do valor médio dos coeficientes estimados para a variável denominada: cabeças de rebanho bovino.

Tabela 2 – Modelos de determinantes do desmatamento no Estado do Amazonas.

Variáveis	Coeficientes estimados			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Constante	0,021	0,038	0,021	0,037
RBOVP	(0,284) 0,335	(0,524) 0,333	(0,279) 0,335	(0,515) 0,335
LAVP	(3,726) 0,178	(3,891) 0,206	(3,669) 0,184	(3,849) 0,212
POPP	(1,886) 0,287	(2,302) 0,272	(1,931) 0,287	(2,340) 0,271
ECRURP	(2,819) 0,267	(4,023) -	(2,787) 0,625	(2,770) -
CCRURP	(3,155) -	- 0,319	(3,074) -	- 0,317
CTCAPP	- -0,270	(3,328) -0,239	- -	(3,95) -
CTSPP	(-3,192) -	(-2,921) -	- -0,258	- -0,223
	-	-	(-2,986)	(-2,650)
Estatísticas				
R <sup>2</sup>	0,700	0,727	0,694	0,720
F	24,770	28,272	24,057	22,386
Crit. de inform. Akaike	1,819	1,725	1,840	1,750
Crit. de inform. Schwarz	2,030	1,936	2,051	1,961

Obs.: EBOV (Rebanho Bovino); LAV (Área de lavoura permanente); POP (População residente); ECRUR (Estoque de crédito rural *per capita*); CORUR (Contratos de Crédito Rural); CTCAP (Custo de transporte da sede do município à capital mais próxima); Índice CTSP (Custo de transporte da sede do município à capital mais próxima).



## Estimativas do efeito PIM como redutor do desmatamento

O desmatamento consolidado até 2007 revela a cidade de Manaus com 1,2 milhão de km<sup>2</sup> (11%) de área desmatada, contra Rio Branco (31%) e Porto Velho (21%), com exceção da cidade de Macapá, cujo desmatamento ainda é de 6%. Mas o efeito do PIM é extensivo e perene para todo o Estado do Amazonas, por isso as taxas de desmatamento no Estado também são as menores registradas até o ano de 2007, cuja exceção o Estado do Amapá apresenta uma taxa de 1,8% de desmatamento total. Conforme demonstra a Figura 1 o Estado do Amazonas apresenta uma taxa consolidada de desmatamento até o ano de 2007 de 2,1% de seu território, cujos resultados se contrapõem aos apresentados pelos demais Estados da Amazônia Legal, exceto Amapá.

Por isso, para se avaliar o efeito do PIM sobre o desmatamento no Amazonas é necessário se utilizar os coeficientes estimados dos modelos sem a presença de Manaus. Como já mencionado anteriormente, a idéia é impor a Manaus o mesmo padrão médio de comportamento dos demais municípios no desmatamento. É plausível supor que a influência do PIM seja mais forte e significativa na capital do Estado. Se esta influência reduz o desmatamento, então o valor previsto nos modelos com os dados de Manaus deverá registrar um maior nível de desmatamento. Caso contrário, os valores previstos e efetivos de desmatamento são muito próximos e o efeito do PIM sobre o desmatamento seria desprezível.

O desmatamento previsto para Manaus é um exercício contra-factual, ou seja, é o desmatamento para Manaus sob a hipótese de que não existisse o Pólo Industrial naquela Capital. Esse exercício é possível quando se projetam os coeficientes estimados dos determinantes do desmatamento para os demais municípios do Estado do Amazonas aos dados de Manaus. O desmatamento previsto pelo modelo para Manaus está controlado por diversos fatores, tais como agropecuária, população, custo de transporte e acesso ao crédito rural. A única diferença do modelo previsto, em relação ao desmatamento efetivo, é a presença de uma aglomeração industrial nos moldes do PIM, que está presente em Manaus e ausente nos demais municípios do Estado do Amazonas.

Portanto, conforme demonstra a Tabela 3, para o ano de 1997, o valor efetivo do desmatamento em Manaus ficou, apenas, cerca de 14% a 15% do desmatamento previsto pelo modelo, que impõe, artificialmente, a Manaus o mesmo padrão de desmatamento dos demais municípios do Amazonas, ao utilizar os coeficientes dos modelos de regressão do desmatamento.

Avaliado de outra perspectiva, a presença do PIM, em Manaus, por desenvolver atividades econômicas com ausência ou baixa utilização de recursos florestais em seus insumos, e por impulsionar outros setores da economia com o mesmo padrão produtivo, como o de serviços, colabora com a redução de 85% a 86% do

desmatamento na região de Manaus. Portanto, a existência do PIM contribuiu para a preservação da floresta amazônica, evitando o desmatamento de cerca de 5,2 mil Km<sup>2</sup> no ano de 1997.

*Tabela 3 – Estimativas do efeito PIM como redutor do desmatamento no Estado do Amazonas.*

	<i>Modelo 1</i>	<i>Manaus</i>	<i>Desmat. Previsto</i>	<i>Desmat. Efetivo</i>	<i>Efeito PIM</i>
C	156, 1550	1	156, 155		
RBOV	0, 0059	6932	40, 808684		
LAV	0, 0228	876,9	19, 9915662		
POP	0, 0051	1157357	5914, 09427		
ECRUR	1, 6300	1, 46494339	2, 387879704		
CETCAP	-0, 0460	7.1875	-0330668125		
				881,19	5.251,92
	<i>Modelo 2</i>	<i>Manaus</i>	<i>Desmat. Previsto</i>	<i>Desmat. Efetivo</i>	<i>Efeito PIM</i>
C	109, 7666	1	109, 7666		
RBOV	0, 0056	6932	38, 916248		
LAV	0, 0261	876,9	22, 8774441		
POP	0, 0051	1157357	5945, 342909		
ECRUR	10900, 7900	0, 00046312	5, 048419321		
CETCAP	-0, 0421	7.1875	-0, 302342188		
			6.121,65	881,19	5.240,46
	<i>Modelo 3</i>	<i>Manaus</i>	<i>Desmat. Previsto</i>	<i>Desmat. Efetivo</i>	<i>Efeito PIM</i>
C	283, 7009	1	283, 7009		
RBOV	0, 0059	6932	40, 572996		
LAV	0, 0237	876,9	20, 8132215		
POP	0, 0051	1157357	5895, 576558		
ECRUR	1, 6119	1, 46494339	2, 361380343		
CETCAP	-0, 0368	4570, 0995	-168, 2619234		
			6, 074,76	881,19	5.193,58

(continua)

	<i>Modelo 4</i>	<i>Manaus</i>	<i>Desmat. Previsto</i>	<i>Desmat. Efetivo</i>	<i>Efeito PIM</i>
C	221, 961	1	221, 901		
RBOV	0, 006	6932	38, 95784		
LAV	0, 027	876,9	23, 7166374		
POP	0, 005	1157357	5900, 205986		
ECRUR	10854, 060	0, 00046312	5, 026777528		
CETCAP	-0, 033	4570, 0995	-150, 3425633		
			6.039,47	881,19	5.158,28

Obs.: EBOV (Rebanho Bovino); LAV (Área de lavoura permanente); POP (População residente); ECRUR (Estoque de crédito rural *per capita*); CORUR (Contratos de Crédito Rural); CTCAP (Custo de transporte da sede do município à capital mais próxima); Índice CTSP (Custo de transporte da sede do município à capital mais próxima).

## Benefícios Estimados do PIM com o Desmatamento Evitado em Manaus

A média do desmatamento evitado em Manaus, de acordo com os modelos estimados é de 5,2 mil km<sup>2</sup>. Portanto, será utilizado este valor de referência anual para estimar os efeitos anuais do PIM na manutenção da cobertura florestal em Manaus.

Por outro lado, o valor da floresta é traduzido de forma econômica pela soma de seus valores de uso direto e indireto, de opção e de existência. O valor de uso direto corresponde à apropriação direta dos bens proporcionados pela diversidade biológica da floresta, incluindo sua utilidade como fonte de matéria-prima, produtos medicinais, recreação e outros bens de consumo direto em geral, além dos benefícios gerados diretamente pelos ecossistemas que englobam tal diversidade, ou seja, o valor de uso direto se refere ao retorno monetário da floresta decorrente de seu uso seja pelos seres humanos ou pelas atividades econômicas.

O valor de uso indireto da floresta equivale aos serviços fornecidos de forma indireta à sociedade, como a captura de carbono, fluxos de nutrientes, manutenção de cursos hídricos, equilíbrio do clima. Já o valor de uso futuro ou de opção envolve o risco de extinção de recursos, que poderiam ser utilizados direta ou indiretamente futuramente. A bioprospecção e inovações em biotecnologia podem extrair dos produtos da floresta substâncias e conhecimentos que podem gerar benefícios para a população local. O valor de existência se refere à sobrevivência e perpetuação dos ecossistemas e engloba as subjetividades dos indivíduos perante aos recursos naturais, como posicionamento ético, altruístico, contemplativo, moral (Mota, 2006)

Assim, os benefícios da floresta amazônica extrapolam a região de influência direta do PIM, e se estendem a todo mundo. Então, será feita uma estimativa dos benefícios ambientais do PIM, concentrando-se, basicamente, nos possíveis efeitos sobre o desmatamento evitado. Desta forma, serão adotadas, de forma parcial, a metodologia e parâmetros dos estudos de Soares Filho, et al. (2004) e Alencar, et al. (2005).

Para o valor de uso indireto, foi usado o valor monetário do estoque de carbono, avaliado em 120 toneladas por hectare de floresta, ao preço de US\$ 6 por tonelada de carbono, o que resulta em uma estimativa de US\$ 720 por ha (Margulis, 2003 *apud* Alencar, et al.). Além disso, adiciona-se o valor da ciclagem hidrológica, estimado em US\$ 10 por ha/ano (Andersen, 1997 *apud* Alencar, et al. 2005).

Para computar o valor de opção são utilizadas “medidas de bioprospecção (desenvolvimento de produtos agrícolas e farmacêuticos com informação da flora nativa), com um valor estimado em US\$ 2,50 por hectare/ano” (Alencar, et al. 2005).

O valor de existência é dado pela disposição a pagar pela proteção da biodiversidade obtida em estudos como o de Horton et al. (2003). O valor de existência estimado é de US\$ 31,20 ha/ano para a proteção da floresta. Além disso, adiciona-se o benefício por incêndios florestais evitados, em função de queimadas para desenvolver atividades econômicas. Assim, esses incêndios geram uma perda de 20% da biomassa e aumento da liberação de carbono na atmosfera. Estima-se que a área afetada por incêndios evitados corresponda a 10% da área do desmatamento evitado (Diaz et al., 2002 *apud* Alencar, et al., 2005).

Alencar, et al. (*Op. cit.*) apresentam as seguintes estimativas dos parâmetros que serão utilizados neste trabalho para determinar a valoração dos benefícios anuais obtidos pelo desmatamento evitado em Manaus pela presença do PIM. A Tabela 4 apresenta os parâmetros utilizados para a elaboração das estimativas de valor monetário da floresta não desmatada.

Tabela 4 – Parâmetros utilizados para elaboração de valores monetários

<i>Parâmetros</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidades</i>
Estoque de carbono	120,00	t/ha
Preço de carbono	6,00	US\$/t
Valor de uso indireto – Estoque de carbono	720	US\$/ha
Valor de uso indireto – Ciclagem de água	10,00	US\$/ha/ano
Valor de opção – Bioprospecção	2,50	US\$/ha
Valor de existência – Proteção da biodiversidade	31,20	US\$/ha/ano

(continua)

<i>Parâmetros</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidades</i>
Emissão de carbono em casos de incêndios florestais	20%	% biomassa
Área de incêndios florestais sobre o total desmatado	10%	% desmatamento
Valor do risco de fogo por hectare de desmatamento	12,00	US\$/ha

US\$521.106 Área do Desmatamento Evitado em 1997 (hectares) 5.211 Área do Desmatamento Evitado em 1997 (Km<sup>2</sup>) Medida Fonte do benefício

Fontes: Margulis, 2003; Andersen, 1997; Simpson et al., 1996; Cochrane et al., 1999; Diaz et al., 2002.

A Tabela 5 demonstra a avaliação monetária dos benefícios do PIM pelo desmatamento evitado no município de Manaus. Por outra ótica, o benefício anual do PIM é dado por sua contribuição na manutenção de uma cobertura florestal no município de Manaus que corresponde à área de 5,2 mil Km<sup>2</sup>. O valor monetário estimado desse benefício anual é de US\$ 399 milhões, o qual está concentrado no sequestro de carbono, que representa 94% do total, isto é, US\$ 375,2 milhões. O valor monetário de uso indireto para a ciclagem hidrológica é estimado em US\$ 5,2 milhões. Como valor monetário de uso futuro ou opção de preservar a floresta em pé para que as gerações futuras tenham acesso aos ativos naturais da região, o valor de bioprospecção atinge a US\$ 1,3 milhão. O benefício estimado em razão da proteção da biodiversidade, isto é, somente pela existência da floresta intacta equivale a US\$ 16,2 milhões. Além disso, com os incêndios evitados em relação à área não desmatada, o valor monetário corresponde a US\$ 625,3 mil.

Como o efeito PIM se dispersa por toda a região do Estado do Amazonas, acredita-se que, em termos de desmatamento evitado total, no decorrer dos últimos 11 anos (1997 a 2007) foram contabilizados em função dos valores da megadiversidade do Estado, os quais estão descritos nas Tabelas 4 e 5, a cifra total de US\$ 4,4 bilhões. Neste total não estão incluídas as categorias de valores monetários de uso da biodiversidade local, tampouco os valores monetários provenientes de biopirataria e de biotecnologia.

*Tabela 5 – Benefício anual estimado do PIM pelo desmatamento evitado em Manaus*

<i>Fontes do benefício monetário do desmatamento evitado</i>	
<i>Fonte do benefício</i>	<i>Medida</i>
Área do Desmatamento Evitado em 1997 (Km <sup>2</sup> )	5.211
Área do Desmatamento Evitado em 1997 (hectares)	521.106
<i>Benefício do desmatamento evitado</i>	<i>US\$</i>
Valor de Uso Indireto - Estoque de Carbono (US\$) - A	375.196.320,00
Valor de Uso Indireto - Ciclagem de Água (US\$/ano) - B	5.211.060,00
Valor de Opção - Bioprospecção (US\$/ano) - C	1.302.765,00
Valor de Existência - Proteção da biodiversidade (US\$/ano) - D	16.258.507,20
Valor de risco de fogo por hectare de desmatamento (US\$) - E	625.327,20
<i>Benefício Monetário Total = A+B+C+D+E</i>	<i>398.593.979,40</i>

# CAPÍTULO 5

## A demanda por desmatamento e o Efeito PIM

*Alexandre Rivas*

*Renata Mourão*

*Beatriz Rodrigues*

---

O MODELO DESENVOLVIDO NESTE SEGMENTO segue a tradição de Balestra e Nerlove (1966). Os autores analisaram um modelo dinâmico de dados logitudinais e *cross section* que continua sendo uma referência atual para o desenvolvimento econométrico para estudos de painéis dinâmicos.

O ponto de partida é determinar uma classificação adequada para o recurso ambiental em análise, a floresta amazônica. Segundo Kahn (2005), um recurso ambiental é aquele que somente pode ser analisado indiretamente e em termos qualitativos. A floresta é um caso típico. Embora uma árvore seja um recurso natural, um conjunto de árvores organizado com outros sistemas é um recurso ambiental. Esse é um aspecto importante para o modelo, porque enquanto é possível se plantar árvores para substituir outras árvores cortadas, a substituição de uma floresta por outra floresta plantada não acontece da mesma forma. O ponto que se deseja realçar aqui é que uma floresta pode ser consumida até uma eventual extinção. Ela pode não ser um bem durável. O uso predatório dessa floresta, ou seja, um desmatamento acima de uma taxa que seria socialmente ótima pode ser tão mais intenso quanto maior for a percepção dos agentes econômicos, de que uma determinada força, por desmatamento, possa retroalimentar esse mesmo processo.

Diante dos pontos acima, é possível, claramente, inferir que o problema do desmatamento é dinâmico, e que a sua respectiva função de demanda deve incorporar o efeito do tamanho do estoque de floresta e os ajustes que poderão ocorrer ao longo do tempo. O modelo dinâmico desenvolvido neste segmento considera a demanda por novos desmatamentos causados por uma força econômica derivada do PIM.

A lógica por trás dessa construção é simples. Dado um tempo inicial qualquer, se o PIM utilizar os recursos naturais contidos na floresta amazônica, de for-

ma predatória, como seus insumos no processo produtivo, no momento seguinte os agentes econômicos perceberão que tal uso gerou um retorno positivo e que, portanto, enquanto existir floresta em quantidade suficiente para extrair o recurso natural, esses insumos continuarão a abastecer esse processo produtivo (ver Parte III, Capítulo 1). É importante salientar dois aspectos nessa lógica. O primeiro é o de que a floresta pode ser utilizada, tanto de forma predatória quanto não predatória<sup>1</sup>. Aqui se considera, de forma direta, o aspecto predatório. O segundo é o de que a atividade econômica, que pode levar ao desmatamento, possa ter um baixo nível endógeno, em relação ao uso de insumos, o que não é necessariamente um aspecto negativo, mas é uma importante consideração em relação ao PIM.

Por causa desse comportamento racional, assume-se que exista uma demanda por desmatamento que se coaduna com a teoria da demanda tradicional. Por esse motivo, essa teoria deve ser considerada em dois momentos distintos: passado e presente.

Inicialmente assume-se que existe uma nova demanda por desmatamento,  $D^*$ , que é uma função do preço de produtos derivados da floresta com valor de uso direto, bem como do valor da terra nua, substrato da floresta. Por simplicidade, considera-se que esses preços são estabelecidos em mercados existentes, e são representados por  $p$ . Não serão consideradas aqui questões relativas ao fracasso dos mercados em estabelecer o preço correto para os bens extraídos ou associados à floresta. Esse não é um pressuposto irreal por que, em geral, os agentes econômicos respondem a estímulos e esses estímulos estão associados à possibilidade de geração de renda no curto prazo. Em poucas palavras, esse é o preço que estimula o desmatamento. O outro elemento da taxa de desmatamento,  $Z^*$ , são todas as demandas de desmatamento derivadas diretamente do PIM,  $Z^*$ . A Equação (1) mostra essa relação.

$$D^* = f(p, Z^*) \quad (1)$$

Note que na equação acima  $p$  tem um efeito primário sobre a taxa por novo desmatamento e não sobre o valor absoluto deste.

O problema que está sendo considerado neste segmento do estudo é o de definir os conceitos de novas demandas por desmatamento derivados particularmente das atividades do PIM e incorporá-las em um modelo que o expresse em termos de variáveis observáveis.

<sup>1</sup> Neste segmento não se utilizará o uso do termo *sustentável* ou *não-sustentável* devido ao fato de o conceito de sustentabilidade requerer um aprofundamento teórico que vai além do escopo deste trabalho.



Considere que existe uma demanda por desmatamento derivada do PIM,  $Z_t$ , no presente e,  $Z_{t-1}$ , no período anterior, onde as mudanças nessa demanda são expressas conforme a equação:

$$\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (2)$$

O primeiro termo à esquerda representa a mudança no desmatamento causada pelo PIM, mas não a demanda total por desmatamento. Isso se deve ao fato de existirem várias outras causas que levam ao desmatamento. Observa-se que parte da mudança atual desse desmatamento ocorre, em razão das alterações no tempo presente e passado. Observe, ainda, que nem toda a demanda existente no período  $t-1$  será realizada no período  $t$ . Isso se deve ao fato de que parte dessa demanda do período passado poderia ser abrandada, em virtude da implementação de políticas públicas de monitoramento e controle.

No período anterior,  $t-1$ , considere que o estoque de floresta,  $F$ , é dado por  $F_{t-1}$ . Para esse período, a taxa de desmatamento é dada por  $\lambda_{t-1}$ . É importante ressaltar que essa taxa mede o uso do estoque de floresta de forma predatória. Assim,

$$Z_{t-1} = \lambda_{t-1} F_{t-1} \quad (3)$$

É possível afirmar que, em razão das atividades econômicas com baixa demanda por desmatamento, existe uma taxa  $r$  de amortização desse desmatamento. Ou seja, a demanda total por desmatamento pode ser atenuada por uma força resultante contrária capaz de minimizar ou neutralizá-lo.

Nessas condições, do estoque de floresta  $F_{t-1}$  somente uma fração dada por  $(1-r)F_{t-1}$  estará efetivamente disponível. Essa fração será utilizada a uma taxa de desmatamento causado por atividades predatórias de  $\lambda_t$ . Assim, a fração de floresta total utilizada é dada por

$$\lambda_t (1-r)F_{t-1} \quad (4)$$

A quantidade acima expressa a porção do desmatamento causado por  $Z_t$  e por outras atividades que, no período  $t$ , estão associadas ao estoque de floresta existente no início desse período, ou seja, o que foi transferido do passado para o presente no início de  $t$ .

No presente, o estoque de floresta será dado por  $F_t$ . Esse estoque é associado ao total de desmatamento causado por  $Z_t$ , conforme mostra a equação

$$Z_t = \lambda_t F_t. \quad (5)$$

A nova demanda por  $Z_t^*$  pode ser definida como

$$Z_t^* = \lambda_t F_t - (1-r)\lambda_t F_{t-1} \quad (6)$$

Embora as taxas de desmatamento da Amazônia brasileira tenham apresentado valores crescentes nas últimas décadas, no Estado do Amazonas elas têm se mantido relativamente constantes e baixas. Segundo CEPAL (op. cit.), as taxas de desmatamento no Estado decresceram de 12,1% (2003) e 8,2% (2004) para 4,7% em 2005. Mesmo que esse não fosse o caso em razão dos transbordamentos regionais dos efeitos negativos do problema, é importante notar que o Amazonas é o Estado amazônico com, aproximadamente 98% do seu estoque de floresta preservado, segundo a mesma fonte. Assim, assume-se que  $\lambda_t = \lambda$  para todo  $t$ , no Estado.

A Equação (6) pode, então, ser reescrita agora somente em termos das variáveis de  $Z$ .

$$Z_t^* = Z_t - (1-r)Z_{t-1} \quad (7)$$

Porém, como  $\lambda_t = \lambda$ ,  $Z_t = \lambda F_t$  e  $Z_{t-1} = \lambda F_{t-1}$ , então, a equação acima pode ser reescrita como segue:

$$Z_t^* = (Z_t - Z_{t-1}) + rZ_{t-1} \quad (8)$$

A nova demanda total por desmatamento associado ao PIM será a soma da demanda incremental (entre parênteses) mais a demanda passada que foi atenuada pelo efeito  $r$ .

De maneira análoga, a nova demanda total por novo desmatamento, será dada por:

$$D_t^* = D_t - (1-r_d)D_{t-1} \quad (9)$$

Onde  $r_d$  representa as forças que amortizam o desmatamento em toda a região e  $r \neq r_d$ .

Assumindo linearidade, a equação (1) pode ser reescrita da seguinte forma:

$$D_t^* = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 Z_t^* \quad (10)$$

$$D_t = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 [Z_t - (1-r)Z_{t-1}] + (1-r_d)D_{t-1}$$

$$D_t = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 \Delta Z_t + \beta_2 r Z_{t-1} + (1-r_d)D_{t-1}$$

Observe que  $r$  e  $r_d$  não precisam ser conhecidos, *a priori*, porque (10) mostra que eles podem ser estimados.

A literatura sobre o desmatamento tropical indica que há duas causas que levam ao desmatamento: as primárias e as subjacentes. A literatura especializada já produziu muitos estudos utilizando essas causas e isso permite estimar  $Z_t$  de acordo com o seguinte modelo:

$$Z_t = \gamma_0 + \gamma_1 P_t + \gamma_1 S \quad (11)$$

Onde,  $P$  representa os fatores primários e  $S$  os subjacentes.

Substituindo (11) em (10), obtém-se:

$$D_t = \alpha_0 + \alpha_1 p_t + \alpha_2 \Delta P_t + \alpha_3 P_{t-1} + \alpha_4 \Delta S_t + \alpha_5 S_{t-1} + \alpha_6 D_{t-1} \quad (12)$$

A Equação (12) pode então ser perfeitamente estimada.

O parâmetro implícito  $r$  está super identificado, uma vez que estimativas para ele são possíveis, a partir da razão entre  $e$  e  $e$ . Uma maximização restrita, conforme as condições abaixo, se faz necessária.

$$P_t^* = P_t - (1-r)P_{t-1} \quad (13)$$

$$D_t = \alpha_0 + \alpha_1 p_t + \alpha_2 P_t^* + \alpha_4 S_t^* + \alpha_6 D_{t-1}$$

Utilizando-se (13) a equação (12) torna-se:

$$D_t = \alpha_0 + \alpha_1 p_t + \alpha_2 P_t^* + \alpha_4 S_t^* + \alpha_6 D_{t-1} \quad (14)$$

Do modelo anterior, e com base em (10), o efeito do PIM,  $r_d$ , no sentido de atenuar o desmatamento é dado por:

$$r_d = 1 - \alpha_6 \quad (15)$$

### *O teste empírico*

A Equação 14 foi desenvolvida utilizando-se variáveis que são as causas primárias e subjacentes do desmatamento. Os dados utilizados cobriram o período de 2000 a 2006 para o Estado do Amazonas. Diferentes modelos foram testados e o número de observações úteis variou de 399 a 436. As regressões foram estimadas utilizando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários com dados em painel de efeitos fixos.

Das diversas variáveis testadas, a partir das bases de dados já mencionadas, foram escolhidas cinco. Uma primária, *QTBOV* e quatro subjacentes: *VALORMAD*, *PIBCAP*, *SUFRAMA* e *LAGDES*. As variáveis estão definidas no Quadro 1 abaixo.

#### *Quadro 1 – Variáveis primárias e subjacentes*

<i>Variáveis</i>	<i>Definições</i>
DESAM	Área desmatada em km <sup>2</sup>
QTBOV	Rebanho de bovinos (No. de cabeças em 2006)
VALORMAD	Valor da produção da extração vegetal da madeira em tora (Mil Reais)
PIBCAP	Produto Interno Bruto (PIB) Municipal per capita (R\$ de 2006(mil)) - Deflacionado pelo Deflator Implícito do PIB nacional
SUFRAMA	1 = se recebeu aplicação de recursos SUFRAMA, 0 = se não recebeu
LAGDES	Desmatamento no Estado do Amazonas defasado em um ano

A Equação 14 foi estimada utilizando várias combinações de variáveis primárias e subjacentes. Foram utilizadas, também, variáveis que tentaram incorporar a dimensão espacial no modelo, mas elas não produziram resultados satisfatórios e foram excluídas dos testes. Dessas várias combinações, foram escolhidas cinco que são apresentadas na Tabela 1, abaixo. Em dois dos modelos escolhidos foram considerados todos os municípios do Estado do Amazonas, inclusive Manaus. Nos modelos 3 e 4, a cidade de Manaus, bem como 4 municípios do sul do Amazonas (Humaitá, Lábrea, Manicoré e Apuí), foram retirados da amostra. Isso ocorreu na tentativa de avaliar o resultado geral do modelo sem o principal centro econômico

do Estado, bem como sem os municípios que estão próximos ou fazem do conjunto de municípios com altas taxas de desmatamento. Uma quinta combinação sem Manaus e sem o sul do Amazonas também foi testada.

*Tabela 1 – Resultados da estimação utilizando dados em painel em relação ao desmatamento no Estado do Amazonas para o período 2000/06.*

	<i>Modelo 1</i>	<i>Modelo 2</i>	<i>Modelo 3</i>	<i>Modelo 4</i>	<i>Modelo 5</i>
	<i>Com Manaus</i>	<i>Com Manaus</i>	<i>Sem Manaus, sem o Sul do AM</i>	<i>Sem Manaus, sem o Sul do AM</i>	<i>Sem Manaus, com o Sul do AM</i>
QTBOV	0,0003* (5,95)	0,0003* (5,91)	0,0003* (13,83)	0,0003* (13,76)	0,0003* (5,88)
VALORMAD	0,0117* (4,01)	0,118* (4,04)	-	0,0009 (0,59)	0,011* (4,03)
PIBCAP	-	-0,008** (-2,17)	-0,004** (1,95)	-0,004** (0,59)	-0,01** (-2,37)
SUFRAMA	-3,324 (-0,79)	-2,388 (-0,57)	-0,353 (-0,16)	-0,362 (-0,17)	-2,50 (-0,58)
LAGDES	0,228* (7,86)	0,234* (8,07)	0,297*** (1,72)	0,297*** (0,017)	0,235* (8,05)
Constante	6,084 (2,49)	3,685 (1,37)	3,92 (1,30)	3,62 (1,39)	3,09 (2,78)
R <sup>2</sup>	0,26	0,27	0,36	0,36	0,27
F	38,36	31,90	56,35	45,07	31,66

Os números entre parêntesis são o valor do teste t.

\* Significativo a 1%

\*\* Significativo a 5%

\*\*\* Significativo a 10%

Os  $R^2$  dos modelos variaram de 0,26 a 0,36. Isso indica que são capazes de explicar de vinte e seis a trinta e seis por cento de suas variações. Este é um resultado aceitável para este tipo de análise. A estatística  $F$ , que é o teste conjunto de nulidade da hipótese nula ( $H_0$ ), de que todos os coeficientes estimados é zero (Greene, 2008). Os resultados do teste indicam alto nível de significância, acima de 1%, o que, portanto, leva ao fracasso de aceitar  $H_0$ .

Nos cinco modelos apresentados os coeficientes para o rebanho bovino permaneceram praticamente os mesmos e o sinais mantiveram-se constantes. O teste  $t$  mostrou que a variável foi significativa ao nível de um por cento, em todos os modelos. Isso confirma também, para o Estado do Amazonas, que a pecuária extensiva é uma importante causa do desmatamento. Um detalhe, porém, deve ser realçado. O coeficiente estimado é muito pequeno, o que denota uma baixíssima influência dessa atividade no Estado.

Nos modelos já apresentados, o valor da madeira, *VALORMAD*, só não foi significativo quando os municípios de Manaus ou os do sul do Amazonas não foram considerados. Os sinais da variável permaneceram de acordo com o esperado, ou seja, um aumento no valor da madeira leva ao aumento no desmatamento. Embora haja racionalidade para esta afirmativa, maior análise deve ser desenvolvida porque os dados disponíveis para essa variável ainda possuem lacunas importantes.

O PIB per capita, *PIBCAP*, apresentou o sinal esperado e significativo ao nível de 5%. Na verdade, no modelo 3 a variável foi marginalmente significativa nesse nível. Os valores dos coeficientes, porém são muito pequenos. Nas várias configurações testadas o sinal da variável manteve-se negativo. É possível que uma das razões para esse comportamento seja a de que, com o aumento da renda individual, as famílias tenham condições de comprar produtos importados, o que levaria a uma redução da pressão sobre o estoque de produtos naturais locais<sup>2</sup>. No entanto, em virtude da magnitude do coeficiente, o efeito do aumento da renda individual é pequeno. Isso não quer dizer que esse efeito sobre o desmatamento sempre se comportará dessa maneira.

A variável *SUFRAMA* é uma variável *dummy* que busca capturar eventuais efeitos dos recursos financeiros aplicados pela Suframa, no Estado do Amazonas, sobre o desmatamento, por meio de convênios para repasses e aplicações em investimentos de infra-estrutura, capacitação de RH, entre outros. Em várias das combinações testadas, o sinal da variável indicou que os investimentos da Suframa, nos municípios do Estado, atuam de forma a frear o desmatamento. No entanto, dado o grau de significância da variável isso não pode ser conclusivo. Testes realizados, aumentando em 10 e 20%, o número dos investimentos realizados modificou o comportamento da variável. Talvez, uma análise, considerando-se o valor nominal dos investimentos, possa ser mais esclarecedora.

A variável de maior relevância neste modelo foi a defasagem do desmatamento em um ano, *LAGDES*. A lógica por trás dessa variável é a de que o desmatamento no presente ocorre em razão das causas primárias do passado e pelo próprio histórico desse desmatamento. Dois caminhos podem ser pensados, para explicar o comportamento. O primeiro é no sentido de que, se as atividades econômicas são forte utilizadoras de recursos naturais, então, haverá sempre uma demanda por esses insumos que serão computados no período seguinte. O segundo caminho ocorre de forma análoga, mas relaciona-se mais ao efeito de uma contaminação. Ou seja, se os agentes econômicos realizam que a floresta gera uma renda de curto prazo, e, que, essa floresta está diminuindo continuamente, então, é possível que esses agentes maximizadores de utilidades acelerem a utilização dessa floresta para apropriar, no período seguinte, o máximo de renda possível.

<sup>2</sup> Para maiores detalhes sobre esta análise, ver Rivas (1998) e Kahn (nesta edição).

Observe-se ainda que, apenas nos modelos estimados sem os municípios próximos ao Arco do Desmatamento no sul do Amazonas, os seja, o 3 e 4, os coeficientes foram significativos ao nível de 10%. Nos outros, a significância foi de 1%. Uma possível explicação para esse fato, coerente, não só com os resultados nos outros modelos apresentados, mas também com os mostrados no quadro anterior, é a de que se forem considerados, apenas, aqueles municípios afastados da fronteira e com pouca interação com a economia da cidade de Manaus, portanto a economia do PIM, o desmatamento, do período passado, não tem muita importância. É provável que isso ocorra por dois motivos: o primeiro é o de que as pressões existentes no sul do Amazonas não estão atingindo a porção mais oriental da Amazônia. O segundo motivo é o de que as outras atividades econômicas do Estado não são intensivas no uso de floresta, direta e/ou indiretamente. Como a performance da economia do Amazonas tem uma alta correlação com a performance da economia do PIM, então é possível inferir que esta é a principal força subjacente atuando beneficemente no Estado.

Embora a análise possa ser estendida para melhor se entender os resultados encontrados, o ponto principal é o de estimar, a partir do modelo reduzido apresentado na Equação 14, o *Efeito PIM*. Esse efeito é estimado implicitamente por meio de  $\alpha_p$ , no caso dos modelos da Tabela 1, o coeficiente da variável *LAGDES*, conforme a Equação 15. A Tabela 2, abaixo, apresenta o cálculo do efeito PIM,  $r_d$ , para os diferentes níveis de significância.

Tabela 2 – *Efeito PIM,  $r_d$ , para os níveis de significância de 1 e 10%*

	Nível de significância de 1%			Nível de significância de 10%	
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 5	Modelo 3	Modelo 4
Efeito PIM, $r_d$	0, 772	0, 766	0, 765	0, 703	0, 703

Independentemente do nível de significância, constata-se que o efeito PIM varia entre 70,3 e 77,2%. O efeito PIM é o efeito contrário (medido em termos de taxa) gerado pelo Pólo Industrial de Manaus para evitar o desmatamento no Estado do Amazonas.

### Conclusões do segmento

Este componente desenvolveu uma análise de painel dinâmica para estimar o efeito que o Pólo Industrial de Manaus tem no sentido de reduzir as pressões de aumento no desmatamento no Estado do Amazonas. A análise mostrou que, sem o PIM, a taxa de desmatamento no Estado poderia ser até 77,2% mais alta. A Tabela 3, abaixo, calcula o efeito PIM e a quantidade das emissões de carbono evitadas, a partir dos valores estimados. Para esse fim considerou-se a densidade média de carbono sendo de 120 toneladas por hectare.

*Tabela 3 – Cálculo do Efeito PIM, mínimo e máximo, e a emissão de carbono evitada no Estado do Amazonas para o período de 2000 a 2006.*

Desmatamento efetivo (DEF), em Km <sup>2</sup> ano <sup>-1</sup> *	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
	612	2.072	634	2.146	881	2.085	1587	2.983	1211	2.866	752	2.546	1.846	2.641
DEV (Efeito PIM- $r_d$ ), em Km <sup>2</sup> **	1.449	2.072	1.500	2.146	2.085	2.983	3.756	5.373	4.100	2.866	1.780	2.546	1.846	2.641
Possível desmatamento sem $r_d$ , em Km <sup>2</sup>	2.061	2.684	2.134	2.780	2.966	3.864	5.343	6.960	5.311	4.077	2.532	3.298	2.626	3.421
Emissão de carbono evitada, em t/há	144.900	207.200	150.000	214.600	208.500	298.300	375.600	537.300	410.000	286.600	178.000	254.600	184.600	264.100

Fonte: [http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes\\_1988\\_2007.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2007.htm)

\*\* onde, DEF é o desmatamento evitado e DEV é o desmatamento efetivo.



A partir dos valores mínimos e máximos estimados para o Efeito PIM, foram calculadas e apresentadas, na terceira linha do quadro, as áreas correspondentes ao desmatamento evitado em cada ano. A última linha exibe o valor em toneladas por hectare das emissões de carbono evitadas.

Considerando-se, apenas, que o preço médio de uma tonelada carbono varia de US\$ 6,00 na “Chicago Climate Exchange” até cerca de US\$ 38,00 na “European Climate Exchange”<sup>3</sup>, no período analisado (2000 a 2006) o PIM pode ter evitado a emissão de carbono na atmosfera na faixa compreendida entre um a dez bilhões de dólares norte-americanos, conforme o Tabela 4 abaixo.

*Tabela 4 – Estimativa do valor total das emissões evitadas de carbono devido ao efeito do PIM no período de 2000 a 2006.*

<i>Valor médio da tonelada carbono, em US\$</i>	<i>Mercado</i>	<i>Valores Máximos e Mínimos, em US\$ 1.000</i>
6,00	EUA	1.100.304,00 1.573.992,00
38,00	Europa	6.968.592,00 9.968.616,00

Se essas estimativas considerarem outros valores de uso indireto (ver Mota e Cândido Jr., Tabela 4, neste livro) tais como ciclagem da água, bioprospecção, proteção da biodiversidade e risco de fogo elas seriam significativamente alteradas.

<sup>3</sup> Cotação de 10/05/2008.  
<http://www.chicagoclimatex.com/>  
<http://www.europeanclimateexchange.com/>





## Parte III

Nos textos a seguir serão apresentadas as principais conclusões das análises desenvolvidas. A primeira delas diz respeito às possíveis conseqüências resultantes de uma eventual extinção do PIM. Além disso, almeja-se disponibilizar propostas que possam potencializar os efeitos positivos do modelo econômico implementado no Estado do Amazonas e contribuir, dessa maneira, para a maior conservação da Amazônia, por meio também da utilização de instrumentos econômicos e mercadológicos.



# CAPÍTULO 1

## Possíveis consequências de uma eventual extinção do *PIM*

*Alexandre Rivas*

---

O ESTUDO DESENVOLVIDO ATÉ AQUI MOSTROU que o Pólo Industrial de Manaus teve grande importância, no que diz respeito à preservação da floresta amazônica no Estado do Amazonas. As evidências factuais apresentadas ao longo da primeira parte deste livro evidenciam que há uma relação inversa entre o PIM e desmatamento no Estado.

À medida que o estudo avançou na modelagem econométrica, essas evidências foram sendo confirmadas. O modelo apresentando as causalidades e os clubes de convergência mostrou que o comportamento da variável PIM utilizada nas estimações refletiu o que fora encontrado na estimação com regressões quantílicas, denotando, pelo seu sinal negativo, que este tem a influência de diminuir o desmatamento.

Na análise contrafactual, foi estimada a primeira quantificação desse efeito redutor do desmatamento no Amazonas. Modelos foram utilizados avaliando-se a presença e ausência de Manaus, cidade onde o está o pólo industrial. Assim, assumiu-se que se a influência da presença de Manaus reduz o desmatamento, então, o valor previsto nos modelos com os dados da cidade registraria um maior nível de desmatamento. Caso contrário, os valores previstos e efetivos de desmatamento seriam próximos e o efeito do PIM sobre o desmatamento seria desprezível.

A análise mostrou que a presença do PIM, em Manaus, por desenvolver atividades econômicas com ausência ou baixa utilização de recursos florestais, em seus insumos e por impulsionar outros setores da economia com o mesmo padrão produtivo, como o de serviços, colaborou com a redução de 85% a 86% no desmatamento na região de Manaus.

Partindo das conclusões achadas nos dois modelos econométricos anteriores, o *efeito PIM* foi estimado levando em conta para isso um modelo comportamental específico. Esse modelo partiu de um princípio diferente dos anteriores, ou seja, ele considerou que há na verdade uma demanda por desmatamento. Assim, essa demanda foi estimada tendo como referência princípios da Teoria Microeconômica.

Dessa maneira, o primeiro modelo analisou a importância e significância das variáveis, mas não estimou o efeito do PIM. O segundo modelo estimou o efeito do PIM, a partir de uma análise contrafactual, mas considerou, apenas o ano de 1997 na modelagem por deficiência de dados para períodos anteriores. E, finalmente, o terceiro modelo estimou o efeito PIM para o período recente. Por esse motivo, a análise apresentada a seguir utilizará este último para inferir qual seria o efeito sobre o desmatamento, caso o PIM fosse extinto.

Para isso, o Modelo 2, apresentado na Tabela 1 em Rivas e Mourão (neste livro)<sup>1</sup>, será reescrito abaixo. As variáveis são as mesmas definidas no Quadro 1 do mencionado segmento deste estudo. A razão de escolher essa configuração e não as outras é porque ela contempla a regressão utilizando a cidade de Manaus e todas as variáveis testadas, além de se comportar, de maneira semelhante aos outros e contemplar um período de tempo maior. Dessa forma, a equação fica assim.

Para se encontrar o desmatamento efetivo no período desejado, basta substituir na equação acima, os valores reais para cada variável no período. Embora o valor final seja muito importante, mais relevante, ainda, é se entender como as dimensões consideradas na equação podem contribuir para o desmatamento no Estado do Amazonas, numa eventual desaceleração ou, mesmo, ausência do PIM. Nesse caso, *ceteris paribus*, a análise deverá ser feita individualizada, ou seja, considera-se uma variável por vez, controlando-se para as outras.

## E se o *PIM* deixasse de existir?

A equação acima mostra que as variáveis utilizadas podem ser agrupadas em três categorias: econômica, física e *dummy*. Na categoria econômica, estão o valor da madeira, *VALORMAD* e o Produto Interno Bruto dos municípios per capita, *PIBCAP*. Na física, estão o tamanho do rebanho bovino, *QTBOV* e o desmatamento defasado em um ano, *LAGDES*. Por fim, na categoria *dummy* está a variável *SUFRAMA*, que indica se a presença ou não de investimentos da Suframa tem efeito sobre o desmatamento desse município.

Começando a análise pela variável binária, numa situação aonde o Pólo Industrial de Manaus viesse a perder dinâmica, a Suframa iria fatalmente perder poder de investimento. Isso faria com que a sua capacidade de evitar o desma-

---

<sup>1</sup> Ver seção *A Demanda por Desmatamento e o Efeito PIM* acima.

tamento, conforme estimado diminuísse. Investimentos da Suframa contribuem, pelo menos, de duas maneiras. A primeira é o de gerar renda e contribuir para a melhoria do poder de compra local. O aumento do poder de compra pode levar aos consumidores a comprar produtos manufaturados em outras regiões do país ou centros regionais e diminuir a pressão sobre os recursos naturais locais. A segunda é por meio da melhoria de infra-estrutura de recursos materiais e/ou humanos. É possível que a combinação dessas gere o resultado encontrado. Isso não significa, porém, que será sempre assim. Se os investimentos feitos mudarem de perfil, um resultado completamente diferente pode surgir. Como os investimentos da Suframa são caracterizados pela prudência, em relação à degradação ambiental, é mais importante se considerar o efeito da ausência e não o do aumento desses investimentos.

Considerando-se as duas formas de contribuição dos efeitos dos investimentos da Autarquia apresentados no parágrafo anterior, a diminuição de seus investimentos poderia levar a uma diminuição no nível de renda e, portanto, mudança nas expectativas dos indivíduos e famílias. Essa mudança poderia levar esses agentes econômicos a terem um comportamento mais agressivo em relação ao uso dos recursos naturais. Se a redução dos investimentos da Suframa afetar adversamente o acúmulo do estoque de infra-estrutura material e humana, isso pode levar a uma diminuição na capacidade de geração de renda, e a mesma consequência descrita acima ocorrer.

Sendo o PIM, a principal atividade econômica do Amazonas, por algum motivo viesse a ser atingido por uma situação ou política adversa, o Produto Interno Bruto do Estado seria drasticamente afetado. Isso já ocorreu, em certa medida, em 1996. Considerando-se que no curto/médio prazos a população do Estado não mude rapidamente, uma diminuição do PIB implicaria em diminuição da renda agregada e conseqüentemente um maior nível de generalização da pobreza. Como as pessoas reagem a incentivos e pensam na margem, a primeira ação a ser feita seria utilizar os recursos naturais que são relativamente mais baratos, o que estimularia a degradação ambiental. Esse comportamento é capturado nos modelos testados.

Observe que, tanto a variável *SUFRAMA* quanto *PIBCAP*, atuam no sentido de agir como redutores do desmatamento, seus sinais indicam movimento contrário, ou seja, se as variáveis aumentam o desmatamento diminui. O fato de o sinal desta última variável se comportar dessa maneira, ou seja negativo, reforça o argumento desenvolvido para a primeira. Assim, entender a composição e a dinâmica do produto interno bruto do Estado é de fundamental importância, não só para orientar a economia amazonense, mas também para a proteção da floresta amazônica.

Embora *VALORMAD* seja uma variável econômica do modelo, o resultado estimado não está diretamente atrelado ao comportamento do PIM. Isso ocorre porque a variável considerada mede o valor da madeira em toras e é uma *commo-*

*dity*, cujo preço é determinado por mercados que não estão relacionados ao PIM. Porém, é importante ressaltar que uma diminuição da performance econômica, semelhante às descritas nos parágrafos anteriores, pode fazer com que a exploração de madeira torne-se uma atividade mais atraente para a geração de renda, principalmente, se ela for realizada à margem da lei. O sinal da variável indica que um aumento no valor da madeira levaria ao aumento do desmatamento. Assim, não é necessariamente o valor absoluto do valor da madeira que é relevante e sim o relativo. Dessa forma, se a renda diminuir, o valor relativo da madeira poderá aumentar e, conforme o modelo, poderá haver estímulo para o aumento no desmatamento.

A última categoria a ser analisada é aquela considerada como física. A primeira variável é o tamanho do rebanho bovino. A equação mostra que, como para toda a Amazônia, o tamanho do rebanho bovino tem efeito direto sobre o desmatamento. Não é possível afirmar que a criação de gado substituiria plenamente o PIM, no caso de perda de significância deste último. No entanto, observando-se o comportamento de como a criação de gado vem se desenvolvendo nas áreas de fronteira da Região, seria de se esperar que sua significância aumentasse. Isso poderia ocorrer por dois motivos principais. O primeiro é semelhante aos outros casos, ou seja, aumento do valor relativo da atividade em relação ao PIM e o segundo, pela simples necessidade de se abastecer os principais mercados consumidores do Estado, com alimentos mais baratos, em razão do novo patamar de renda mais baixa. Nesse cenário uma pecuária extensiva poderia se tornar atrativa economicamente, mas significativamente impactante do ponto de vista ambiental. Observe-se que, embora a variável seja estatisticamente significativa, o valor absoluto do coeficiente é muito pequeno.

A última variável a ser considerada é a do desmatamento defasado. Como explicado anteriormente essa variável tem o objetivo de considerar como o desmatamento passado afeta o desmatamento futuro. O resultado encontrado mostra uma relação direta com a variável dependente *DESMAT*. Quando esta variável foi cogitada para fazer parte do modelo, a lógica desenvolvida presumia que se o PIM utilizasse a floresta, no período atual, de maneira significativa em seu processo produtivo, no período seguinte, ele olharia para trás e diria: usar a floresta ajuda a aumentar o lucro no curto prazo. Assim, o Pólo, então, usaria mais floresta, e mais desmatamento ocorreria. Em outras palavras, o estoque de desmatamento aumentaria, porque o nível de lucro, de curto prazo, seria atraente. A análise dessa relação é, na verdade, mais complexa do que a descrita aqui. No entanto, é importante entender como uma diminuição da importância do PIM pode afetar o desmatamento, por meio da variação desse estoque de desmatamento.

Se a atividade econômica do PIM entrasse em colapso, outro efeito poderia predominar: o da sobrevivência. As famílias e firmas, agora com renda mais baixas, iriam procurar ajustar sua capacidade de geração de renda, afetada pela ausência do Pólo. Como explicado anteriormente, o comportamento racional seria o de buscar explorar os recursos naturais capazes de gerar renda, no curto prazo, e que tivessem custos marginais de extração mais baixos. Os agentes econômicos



poderiam, então, olhar para o período anterior e constatar que alguma renda foi gerada às custas de desmatamento e repetir esse mesmo comportamento no período seguinte. Isso faria com que o estoque de desmatamento aumentasse, ampliando, também, todas as suas inerentes conseqüências. Se nenhuma nova atividade com escala adequada e de baixo impacto sobre a floresta vier a substituir o PIM, esse poderia ser um efeito a mais para aumentar o desmatamento no Amazonas.

## A dinâmica populacional

Atualmente, o Estado do Amazonas possui uma população estimada de aproximadamente 3.2 milhões de habitantes. Segundo Teixeira (nesta edição), grande parte dessa população vive em áreas urbanas. Manaus é tida, em certa medida, como uma cidade estado e concentra aproximadamente 81.5% do Produto Interno de Bruto, a preço de mercado corrente de 2005 (IBGE, 2008), da economia do Amazonas. Isso obviamente faz com que o PIM se constitua num importante atrativo populacional, principalmente pela possibilidade de emprego. Tal fato fez com que a população de Manaus aumentasse aceleradamente, nas duas últimas décadas, atingindo, atualmente, cerca de 1.7 milhões de habitantes.

Uma redução no ritmo de crescimento do PIM ou, mesmo, sua eventual extinção, poderia ser catastrófico em vários sentidos. Do ponto de vista econômico, o produto do Estado reduziria de maneira substancial, o que afetaria o nível de renda das famílias e a lucratividade das firmas. Isso poderia fazer com que os agentes econômicos iniciassem a busca por alternativas de geração de renda e procurassem inicialmente aquelas, cujos custos marginais de exploração fossem mais baixos. Isso poderia implicar em um aumento no nível de uso dos recursos naturais. Assim, poderia haver aumento do esforço de pesca, aumento do esforço da exploração madeireira e aumento do uso de recursos minerais, especialmente aqueles menos dependentes de economia de escala. Esse efeito poderia ser tanto maior quanto maior fosse o contingente populacional de Manaus, particularmente aquele diretamente dependente do PIM.

Um outro efeito populacional passível do ocorrer, com uma eventual ausência do PIM, seria a migração de contingentes populacionais para as regiões de fronteira da Região. Isso estimularia o aumentando da pressão sobre os seus recursos naturais. Dessa forma, poderia haver um deslocamento populacional em várias direções. Uma poderia ser para o sudeste do Amazonas, onde já é grande o problema, em razão do avanço da pecuária e do cultivo da soja. Outra área passível de receber emigrantes seria a do Estado de Roraima, onde há a possibilidade de desenvolvimento de agricultura, pecuária e exploração mineral. Um outro vetor seria em direção ao leste, rumo à Amazônia Ocidental, onde o nível de preservação ambiental é muito alto. Por último, seria possível um deslocamento populacional em direção ao oeste amazônico em direção ao Estado do Pará, ao longo da calha do rio Amazonas e, a partir daí, um avanço em várias direções.

Essas hipóteses poderiam ser magnificadas ou não, dependendo de uma série de outros fatores. O resultado líquido desse cenário, sobre a renda per capita, dependeria obviamente do ritmo de redução da renda, em relação ao tamanho populacional. Como a diminuição da renda pode ser sentida muito mais rápida do que o ajuste no contingente populacional, uma queda da renda per capita ocorreria.

## Aspectos locacionais industrial

Conforme discutido no segmento deste estudo sobre o Modelo Comportamental Matemático do Pólo Industrial de Manaus, a questão da localização das indústrias instaladas atualmente no PIM poderia ser completamente revista por essas. No mundo globalizado, a localização geográfica é importante, porém, não-determinante. As indústrias instaladas no PIM poderiam facilmente se instalar em outras regiões do país ou da América do Sul ou mesmo do mundo. Do ponto de vista estritamente econômico, se a primeira situação ocorresse a economia amazonense perderia, mas nacionalmente isso não teria maiores efeitos, em virtude do fato de ter havido, apenas, uma realocação e não eliminação indústrias e postos de trabalho no território nacional. Contudo, as implicações descritas em outras partes do estudo poderiam ocorrer e ter um efeito ambiental adverso muito forte produzindo externalidades negativas.

No segundo caso, ou seja, se as indústrias mudassem para outros países, o Brasil poderia perder duas vezes. A primeira seria pela queda do Produto Interno Bruto nacional e a segunda por meio da degradação ambiental, que poderia ocorrer na Amazônia.

## Ausência do Estado e suas conseqüências

Uma extinção do PIM iria fazer com que o poder de geração de receita do Estado ficasse bastante comprometido. A arrecadação estadual cairia, o nível da atividade industrial cairia e consigo reduziria a dinâmica, também, no Setor Terciário. Todos esses fatores combinados, com os acima descritos, poderiam levar o Estado a atuar naquelas áreas de maior prioridade e de maneira emergencial. A presença do Estado iria fatalmente ser reduzida. Isso talvez não viesse a ser um grande problema se a infra-estrutura governamental estivesse bem consolidada e implantada na Amazônia. Isso não ocorre. Atualmente, há um grande esforço em todos os níveis de Governo de aumentar a presença do Estado na Região. A tarefa é hercúlea e envolve vultosos recursos para a sua consecução.

Sem o Estado a Amazônia estaria ainda mais vulnerável às ações dos traficantes de animais silvestres, madeireiros ilegais (brasileiros e não brasileiros), pecuária extensiva totalmente descontrolada, guerrilhas, biopirataria, entre outras inúmeras ações perversas. Isso poderia fazer com que a degradação aumentasse para níveis superiores aos existentes hoje, e o que pode ser pior, em áreas aonde atualmente isso não ocorre. Tudo isso poderia levar a problemas sérios relativos à soberania nacional. Longe de ser uma possibilidade remota, esse último aspecto tem aparecido, de forma muito mais constante, na mídia internacional.

# CAPÍTULO 2

## Mecanismos compensatórios para os efeitos positivos do Pólo Industrial de Manaus

*Alexandre Rivas*

*José Alberto da C. Machado*

*José A. Mota*

---

DIANTE DOS RESULTADOS APRESENTADOS ATÉ AQUI, torna-se relevante ampliar o entendimento sobre o PIM, no que diz respeito ao seu papel de redutor do desmatamento na Amazônia. Não se trata mais de questionar sobre a eficiência econômica acerca dos incentivos fiscais que recebe, que restou cabalmente demonstrada ser positiva, mas sim de contabilizar sua contribuição para o aumento do bem-estar nacional e internacional – principalmente por sua contribuição para proteção da floresta amazônica - e encontrar formas de reverter para a região parte desses benefícios.

Para a análise dessa questão convém iniciar-se pelos fundamentos da eficiência econômica. Esses fundamentos são aqueles desenvolvidos pela Teoria Econômica, particularmente, a microeconômica. Numa economia onde os mercados funcionam perfeitamente, todos os recursos escassos são alocados, de tal forma, que promovem a maximização do bem-estar social, por meio do mecanismo de preços. O problema ocorre quando os mercados fracassam em determinar preços e quantidades que reflitam realmente a escassez dos recursos, isto é, todos os recursos e não só os insumos do processo produtivo. Quando isso ocorre há divergências entre benefícios e custos sociais e privados, o que dá origem a diversos graus de ineficiência. Existem várias causas que levam os mercados a fracassarem, mas, neste estudo, serão consideradas, apenas, as *externalidades*<sup>1</sup>.

As externalidades podem ser entendidas como efeitos derivados de uma economia, que são gerados de maneira não-intencional e cujos custos ou benefícios são recebidos pelas famílias ou firmas não envolvidas diretamente no proces-

---

<sup>1</sup> Veja Kahn (2005) para um estudo mais aprofundado do assunto.

so produtivo. Elas podem ser positivas e negativas. Externalidades negativas são aquelas que, uma vez produzidas, afetam adversamente o bem-estar social e privado. Um exemplo é o aumento de emissões atmosféricas de gases que contribuem para o efeito estufa, resultante de algum processo produtivo. Por sua vez, externalidades positivas são aquelas que produzem um efeito benéfico sobre o bem-estar social e privado. Um exemplo de externalidade positiva é o desmatamento evitado no Estado do Amazonas decorrente da existência do Pólo Industrial de Manaus.

A literatura econômica mostra que externalidades negativas podem ser corrigidas com o auxílio de instrumentos econômicos. Um exemplo clássico é o imposto de Pigou. Esse é um imposto aplicado sobre a externalidade e não sobre o produto que a gera. Os livros-texto sobre a Economia Ambiental costumam dar muita ênfase à análise sobre externalidades negativas. Aqui o referencial teórico continuará sendo o mesmo, mas a análise é focada em como a externalidade positiva gerada pelo PIM pode ser propriamente computada e utilizada como fundamento para a criação e implementação de mecanismos compensatórios que promovam um maior nível de equidade social, por meio da internalização local ou regional das externalidades positivas do PIM. Ou seja, compensar quem está arcando com o ônus de produzir um bem para o país e para o planeta.

Quando se considera a questão de compensar alguém ou alguma coisa, deve-se ter claro o entendimento do que está sendo compensado e de como deve ser essa compensação. Em se tratando de um recurso ambiental como a floresta do Amazonas, a resposta sobre o que está sendo compensado é respondida neste estudo, que mostrou que o PIM tem papel fundamental na atenuação do desmatamento nesse Estado. As Tabelas 5 em Mota e Cândido Jr. e 4 em Rivas e Mourão (ambas neste livro) apresentam os benefícios estimados por essa contribuição que o PIM propicia para evitar desmatamento no Amazonas.

A questão de como deve ser essa compensação é que é mais problemática, em razão de se atribuir um valor para bens e serviços ambientais proporcionados pela floresta que não possuem mercado (ou estes ainda são incipientes) e cujas informações sobre seu papel e importância ainda são incompletas e/ou imperfeitas, e, além disso, estão associados a um elevado grau de subjetividade.

Esta seção busca identificar alguns mecanismos passíveis de serem considerados como instrumentos para tal compensação, isto é, para possibilitar que as externalidades positivas que o PIM propicia para a sociedade brasileira e mundial possam ser internalizadas na região, como forma de compensá-la. Na seção seguinte será apresentada uma proposta de rotulagem ambiental visando associar essas externalidades positivas geradas, agregadamente, pelo PIM, aos produtos nele fabricados. É assumido que a compensação ocorreria pela preferência mercadológica que tais produtos, produzidos com preservação da Amazônia, teriam junto ao mercado. Seria, portanto, um ganho de competitividade frente a produtos concorrentes não fabricados na região. Obviamente, tal iniciativa necessitará de uma política que considere outros elementos que não, simplesmente, o fato da produção ser feita fisicamente no PIM.

## Fundamentos teóricos para os mecanismos compensatórios

Alguns mecanismos podem ser utilizados para compensar o Estado do Amazonas por seu esforço de manter cerca de 95% de sua floresta ainda intacta. Os mecanismos apresentados nesta seção são de natureza fundamentalmente econômica e coerentes com a preocupação nacional e internacional sobre a Amazônia. Um interessante estudo foi desenvolvido pela a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, EPA (2004), onde é feita uma análise internacional sobre a utilização de incentivos econômicos para a proteção ambiental. Alguns resultados obtidos por outros países e mencionados no referido trabalho são levados em consideração aqui. Além desses, algumas propostas de soluções domésticas também serão sugeridas.

Benchimol (1989 e 1990) foi o primeiro a sugerir a cobrança de um imposto internacional, a título de compensação aos brasileiros, pela a preservação da Amazônia. No entanto, a proposta do autor ainda carecia de maior rigor científico para uma eventual implementação. Com os resultados apresentados anteriormente neste estudo, é possível se propor algo mais consistente na direção defendida pelo estudioso. Antes, porém, é necessário se entender melhor o que são os incentivos econômicos.

Uma definição ampla é aquela que considera incentivos econômicos como qualquer instrumento que possa promover indução contínua, financeira ou não, para encorajar as partes responsáveis a reduzirem suas externalidades negativas, como danos ambientais, ou ampliarem suas externalidades positivas, como reduzir desmatamento de floresta. Esses incentivos geram recompensa monetária ou não-monetária pela ampliação das externalidades positivas ou impõem mais custos pelas negativas.

As formas de compensações econômicas, aqui sugeridas, seguem a tradição de Pigou e têm o objetivo de buscar a internalização para a sociedade amazônica, a qual é responsável pela preservação direta da floresta, parte dos benefícios dessa preservação. Isso ocorre porque há grandes custos sociais para que isso ocorra. Por exemplo, as populações tradicionais amazônicas ao renunciarem o uso da floresta como recurso, privam-se de ganhos e, por isso, privam-se, também, de um melhor acesso a serviços saúde, educação, transporte e outros fatores construtores de uma vida mais digna. Tais circunstâncias fazem com que a maioria dessa população sobreviva da exploração dos recursos naturais em baixíssima escala, mantendo-se sem acesso a mercados desenvolvidos e, não tendo, por isso, oportunidades para melhorarem seu bem-estar.

Da perspectiva das indústrias instaladas no Pólo Industrial de Manaus a situação também não é diferente. O PIM é considerado, por alguns segmentos da indústria nacional, como altamente ineficiente, pelo fato de se beneficiar de incentivos fiscais para a sua sobrevivência. No entanto, essa visão é simplória

e carente de fundamento. Os eventuais custos privados, não inteiramente internalizados pelo PIM, são mais do que compensados pelos benefícios sociais que ele produz, ao se converter em atividade econômica com alto nível de emprego e salários relativamente mais altos que a média nacional; ao contribuir no apoio ao desenvolvimento regional brasileiro, por mover para o norte, parte do eixo industrial do sul-sudeste do Brasil; por contribuir de forma peremptória para a construção da estratégia geopolítica brasileira, no que diz respeito à Amazônia; e por contribuir, de maneira altamente positiva, para evitar o desmatamento, o qual gera efeitos climáticos adversos nacional e internacionalmente, a perda de biodiversidade e a conservação dos importantíssimos recursos hídricos da Região. Neste particular, apenas para exemplificar a grande lacuna na contabilidade de sua externalidade positiva, registra-se que, se o nível de desmatamento fosse alto no Estado do Amazonas, o sudeste brasileiro, talvez, já estivesse sentindo fortemente o problema, em razão da alteração do ciclo e intensidade de chuvas naquela região. Isso poderia ser computado monetariamente, em termos de perda de safras e danos ambientais urbanos.

Numa situação onde o equilíbrio geral é buscado, o ganho, em termos de bem-estar trazido pelo PIM, pode ser considerado como um imenso ganho de Pareto. Ou seja, numa estrutura de equilíbrio geral das trocas do sistema econômico, no âmbito da Teoria do Bem-estar, a alocação de Produto Interno Bruto do PIM *versus* baixo nível de desmatamento, como uma externalidade positiva do Pólo, evidencia que o sistema promove uma eficiência global muito mais significativa do que a local<sup>2</sup>. Tal fato, remete o assunto também para o campo da equidade social, pois que, os ganhos de Pareto mencionados indicam que o esforço nacional de desenvolver um pólo industrial em Manaus tem contribuído, de várias formas, para o crescimento econômico nacional, ao mesmo tempo em que tem permitido que o Brasil exerça sua soberania em relação à Amazônia.

## Alguns possíveis mecanismos compensatórios

A identificação de possíveis mecanismos de compensação tem propósito, apenas, de demonstrar as diversas opções passíveis de utilização. Certamente, cada mecanismo relacionado guarda circunstâncias próprias que necessitam aprofundamento para eventual consideração face a decisão de adoção.

### a) A taxa compensatória

Nesse cenário, uma taxa de compensação internacional pela proteção da Amazônia (*Amazon Protection Compensation Tax – APCT*) poderia ser implemen-

<sup>2</sup> Os termos “global” e “local” são utilizados aqui no sentido de equilíbrio.

tada. Ela poderia ser cobrada por uma das agências multilaterais do sistema ONU (Organização das Nações Unidas) e repassada ao Brasil que, por sua vez, repassaria aos governos dos estados da Amazônia e, principalmente do Amazonas, para fortalecer a sociedade regional e o próprio PIM.

Dois aspectos são relevantes nessa proposta. O **primeiro** é o de “quem” e o “como” essa taxa seria cobrada. A sugestão deste estudo é que ela seja calculada com base no nível de emissão de CO<sub>2</sub> dos países membros da ONU. Ou seja, países com alto grau de emissão de carbono pagariam mais do que países com menor grau.

O valor da *APCT* pode ser determinado de acordo com os resultados encontrados neste estudo. Por exemplo, para um determinado ano a taxa poderia ser calculada da seguinte forma:

$$APCT_{\text{anual}} = [(100\% \text{ do valor de uso direto de 1 ha de floresta} + 30\% \text{ do valor de uso indireto de 1 ha de floresta}) \times \text{Área de desmatamento evitado pelo PIM no ano}].$$

Vale ressaltar que vários aspectos desse cálculo precisariam ser exaustivamente discutidos. Um deles é o percentual do valor de uso indireto considerado. Um outro seria se se deveria ou não levar em conta os anos anteriores ao início da cobrança da taxa.

O **segundo** ponto é o de como utilizar a receita da taxa. Conforme prediz a Teoria da Economia Ambiental, uma taxa sobre a externalidade deve ser utilizada para reduzi-la ou eliminá-la, em caso de ser negativa, ou mantê-la e ampliá-la no caso de ser positiva. Ou seja, a *APCT* deveria, necessariamente, ser utilizada na compensação daquelas atividades que produzem a externalidade, no caso, em benefício dos agentes econômicos, firmas e famílias envolvidos, direta e indiretamente, na construção e manutenção do PIM.

## b) Ações negociáveis de carbono

Existe atualmente, e em franco desenvolvimento, um mercado internacional para negociar créditos de carbono. Essa negociação é feita em bolsas especializadas e consiste na venda e compra de ações de carbono. Há no mercado, empresas que poluem mais e outras que poluem menos. Há países com maiores restrições ambientais e outros com menos. Assim, essas empresas podem investir em algum tipo de tecnologia ou simplesmente comprar ações no mercado de carbono que as permitam operar dentro dos padrões legais. Por exemplo, uma empresa poluidora pode comprar ações de empresas com baixo nível de poluição. Dessa forma, a empresa poluidora ganha créditos para poluir, mas o volume total de emissões de carbono na atmosfera do planeta diminui<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Para aprofundar no assunto veja Kahn (2005).

Nessa proposta, as empresas do PIM poderiam participar desse mercado com ações adquiridas, a partir do volume de carbono evitado por conta de sua atuação no Pólo. A idéia é simples. A área do desmatamento evitado pelo PIM foi estimada neste estudo. Segundo os valores utilizados acima, 1 ha de floresta amazônica possui estocado em média 120 ton de carbono. Se no mercado internacional de carbono uma ação negociável vale 1 ton de carbono, então, o PIM teria 120 ações negociáveis de carbono por hectare de desmatamento evitado.

Quanto caberia à cada empresa? Uma política pública com esse propósito haveria de fixar a forma mais adequada e devidamente discutida. Porém, apenas para demonstrar as possibilidades de tal mecanismo, poder-se-ia definir a parte de cada empresa com base no seu valor agregado para o PIB do Estado ou do PIM.

O que fazer, então, com esse crédito? Há no mercado internacional muitas empresas que precisam comprar créditos de carbono para poderem continuar funcionando, bem como empresas que devido suas políticas de responsabilidade ambiental compram créditos de carbono para contribuir na redução do elemento na atmosfera global. As empresas do PIM, com a devida assessoria da SUFRAMA, da Federação das Indústrias do Estado do Amazonas e outras instituições similares poderiam negociar direta ou indiretamente, via BOVESPA, seus créditos de carbono nas bolsas internacionais.

Os créditos obtidos poderiam compor as receitas da empresa ou ser utilizados em atividades de responsabilidade social e ambiental. Isso serviria, então, como um forte estímulo econômico, para fazer com que essas empresas fortalecessem e ampliassem o seu papel redutor do desmatamento diretamente por meio de vários mecanismos disponíveis, bem como indiretamente pelo fortalecimento do PIM.

### c) Compensações Governamentais

O PIM tem exercido desde a sua criação uma ampla contribuição ambiental ao Brasil e ao mundo. Neste sentido, tem evitado que a taxa de desmatamento tenha evoluído no estado do Amazonas; que os serviços ambientais tais como fluxo de nutrientes, uso de recursos hídricos e exploração exagerada da biodiversidade local tenham sido exploradas quando comparadas com aos demais estados da região norte, quiçá do bioma Amazônia.

Nessa linha de raciocínio, a sociedade brasileira tem se apropriado da contribuição do PIM, sem a devida compensação, à medida que os recursos naturais da região somente não foram dilapidados porque o efeito PIM tem exercido, durante todos esses anos, ganhos substanciais de bem-estar para a população residente da região.

Mesmo assim, a compensação financeira do governo federal tem sido trazida em frágeis e mutantes benesses tributárias, as quais não refletem o real



valor monetário e ambiental da preservação da riqueza nacional e do patrimônio da biodiversidade proporcionado pela instalação do PIM na região do estado do Amazonas. Essa não pode ser considerada um contribuição adequada, pois que, como já visto, ela não está restrita a preservação do bem comum da natureza amazônica, mas a uma ampla forma de desenvolver novos arranjos de informação e conhecimento técnico<sup>4</sup>, os quais têm contribuído para conter o desmatamento na região do estado do Amazonas.

Nesta perspectiva, o avanço técnico por meio da priorização de centros de pesquisa em ciência e tecnologia seria uma boa prática do governo federal visando retribuir a contribuição do PIM para o atenuar o desmatamento no Amazonas. Não adianta somente instalar centros de excelência em pesquisa na região. É necessário fazer com que os mesmos funcionam plenamente.

#### d) Agregação de competitividade por certificação de origem

A idéia aqui é deixar que o próprio mercado compense a virtuosidade ambiental que o PIM apresenta. A medida que os produtos nele fabricados portassem uma identificação de que sua produção contribui para a preservação da Amazônia é de supor-se que tais produtos seriam tratados, pelo mercado, de forma diferente de seus similares. Ou aceitando pagar mais por eles ou dando-lhe preferência frente a produtos concorrentes. Neste caso esses produtos teriam um ganho de competitividade que não existiria em qual quer outro lugar.

Uma proposta dessa natureza necessita de uma política pública que o discipline e que dê completa transparência visando deixar o mercado informado a respeito de todos os aspectos que possam embasar a percepção de que o PIM possui virtuosidade ambiental. Ademais, a adesão das empresas a tais mecanismos deverá, necessariamente, ter caráter voluntário, para evitar que o mecanismo seja buscado como fator de competitividade e não para cumprir obrigação legal. O próximo segmento deste estudo aborda este importante assunto.

---

<sup>4</sup> Castells, 1985, 2000 (apud Becker, 2007), “a revolução tecnológica na microeletrônica e na Comunicação não se resume a uma nova técnica, mas sim a uma nova forma de produção baseada na informação e no conhecimento, que envolve a organização social e política, civil, e militar e, ainda, as relações de poder”.

# CAPÍTULO 3

## Valorização Mercadológica do Pólo Industrial de Manaus

*Aristides da R. Oliveira Jr.*

*José A. Mota*

*José Alberto da C. Machado*

---

ESTE SEGMENTO APRESENTA UMA PROPOSTA de política de valorização mercadológica dos produtos oriundos do Pólo Industrial de Manaus, com base em um sistema de certificação e gestão de um selo, aplicável a esses produtos, a ser implantado pela SUFRAMA, como parte de sua macropolítica de fortalecimento institucional do Modelo Zona Franca de Manaus (ZFM), em geral, e do PIM, em particular, os quais completaram, em seu formato atual, 42 anos de existência. Desse modo, esta proposta de intervenção trata de uma política de certificação socioambiental para os produtos do Pólo Industrial de Manaus (PIM) e que permita, a um só tempo:

- a. certificar a origem geográfica e os benefícios socioambientais diretos ou indiretos, associados aos seus produtos, já devidamente mensurados, por meio de métodos cientificamente válidos;
- b. agregar valor comercial distintivo a esses produtos, tornando-os mais competitivos junto a mercados consumidores, domésticos ou estrangeiros, com crescente sensibilidade às questões socioambientais, em geral (e na Amazônia, em particular);
- c. estimular as empresas a conquistar essa certificação, pela via da adoção de práticas socioambientais positivas, adequados a padrões de referência pré-estabelecidos, validados nacional e internacionalmente, bem como inseri-la em suas estratégias de *marketing*, associando suas respectivas marcas comerciais à marca “Amazônia”, por meio de um selo certificador, e;
- d. disponibilizar à SUFRAMA e aos demais atores institucionais vinculados ao PIM (governos estaduais da Amazônia Ocidental, entidades representantes de classe empresariais ou operárias, instituições de pesquisa, etc.) uma poderosa ferramenta, não apenas de divulgação institucional do PIM,

mas de argumentação embasada, que justifique reverter os constrangimentos e limitações impostos ao seu fortalecimento e continuidade. Dessa forma, também, orientar um retorno a um dos fundamentos originais do Modelo Zona Franca de Manaus, o incentivo à atividade econômica. Tendo com base em sua localização geográfica e sua capacidade de equilibrar as disparidades inter-regionais, além de um ambiente de legitimação nacional e internacional para o PIM, como modelo de desenvolvimento regional para a Amazônia, portanto, digno de continuar a ser apoiado e dotado de incentivos (tributários e outros), em caráter de perenidade.

## Contextualização do Problema

O conteúdo desta seção refere-se à proposição de uma política de certificação diferenciada e mais robusta, do ponto de vista científico, para os produtos do Pólo Industrial de Manaus (PIM) e que vá além da mera indicação de origem geográfica desses produtos, como ocorre hoje, agregando indicadores de benefícios sociais, econômicos e ambientais diretos ou indiretos associados à sua produção na Amazônia.

Tal problemática se inscreve num contexto institucional e econômico paradoxal para o PIM. Primeiramente, se constata que a Zona Franca de Manaus (ZFM), na qualidade de área de promoção de investimentos e infra-estrutura econômica, da qual o PIM constitui a principal dinâmica, ao longo de seus 42 anos de existência, atingiu desempenho econômico portentoso, gerando uma série de importantes benefícios à sociedade regional e, como indicado nas seções anteriores, ao ambiente natural amazônico.

A revisão geral da história do Modelo ZFM mostra claramente que seus fundamentos originais (em especial, no que tange a seus instrumentos de incentivos tributários) foram subvertidos, por força de novas interpretações legais de instâncias reguladoras diversas e pela imposição de limitações e constrangimentos à sua capacidade de atração de novos investimentos, ao seu potencial exportador e à sua competitividade sistêmica frente a segmentos industriais similares, promovidas por alianças de interesses políticos e econômicos de origens diversas, mas identificáveis.

No contexto estruturador, constata-se que a atual política de certificação adotada pela SUFRAMA de selagem dos produtos *made in* PIM com sua logomarca, objetivando a divulgação institucional do modelo, não demonstra potencial apreciável de reverter o cenário de obstáculos acima apontados. Os selos compulsórios, hoje aplicados nos produtos do PIM, não agregam valor mercadológico distintivo para esses produtos e suas empresas produtoras não induzem a qualquer vinculação positiva entre as suas respectivas marcas comerciais com a marca “Amazônia” e com o PIM, de modo a influenciar decisões de consumo de mercados sensíveis aos impactos da produção empresarial, especialmente na Amazônia.

Por outro lado, o Pólo Industrial de Manaus (PIM), ao longo de sua existência, se consolidou como a principal dinâmica desenvolvimentista da Amazônia Ocidental, em geral e do Estado do Amazonas, em particular, pois está ancorado em indústrias de elevado coeficiente de agregação de valor e que exibem importantes indicadores de êxito econômico.

Na Tabela 2 apresentada por Oliveira Jr. e Machado (nesta edição)<sup>1</sup>, estão sintetizados vários indicadores de desempenho econômico do PIM, no ano de 2007. Entretanto, ampliando um pouco mais a análise, pode-se constatar efeitos positivos gerados pelo Modelo ZFM, ao longo dos últimos 42 anos, em três grandes categorias: econômica, científico-tecnológica e ambiental.

Quanto ao vetor econômico, seus principais efeitos positivos foram os encadeamentos de produção/demanda/emprego/renda, vinculados à atração de indústrias de alta tecnologia para Manaus (eletrônica de consumo, informática, mecânica, material de transportes, transformação plástica, relógios, etc.), do conseqüente fomento à geração de indústrias fornecedoras de insumos, materiais intermediários e componentes de diversos tipos, além da germinação de uma economia de serviços (comércio especializado, hotéis, restaurantes, transportes, serviços de consultoria e assistência técnica, etc.) que se consolida no entorno desse pólo industrial dinâmico, atendendo tanto às demandas dos operários das fábricas quanto às dos executivos e técnicos das empresas industriais e de serviços, bem como das próprias empresas.

No que diz respeito aos efeitos de interiorização, o PIM viabilizou, tanto um crescimento, sem paralelo na Amazônia, da arrecadação de tributos federais, estaduais e municipais no Amazonas quanto a sua aplicação em obras de infraestrutura e projetos econômicos nos municípios hinterlandinos, seja com recursos estaduais, seja com recursos federais, diretos ou por transferências (convênios com municípios, etc.).

Neste contexto, a SUFRAMA desempenhou papel de grande relevância, porque a arrecadação substancial de sua Taxa de Serviços Administrativos (TSA) sobre os valores importados pelas empresas incentivadas, graças ao excelente desempenho das indústrias do PIM na última década, permitiu-lhe constituir no principal aplicador de recursos do Governo federal em obras e projetos em toda a Amazônia Ocidental (por exemplo, pequenos aeroportos, estradas vicinais, aquisição de máquinas e equipamentos para obras civis nos municípios, apoio a cooperativas de produção rural, terminais pesqueiros, usinas agroindustriais de beneficiamento de produtos regionais, etc.), em montante que superou R\$ 500 milhões no período de 1997 a 2007.

Todavia, este forte caráter apoiador da SUFRAMA sofreu, nos últimos anos, severas restrições, em função do contingenciamento de seus recursos próprios pelo Governo federal, como parte da política de ajuste fiscal em curso.

<sup>1</sup> O Pólo Industrial de Manaus e sua Dinâmica

O vetor de efeito científico-tecnológico refere-se ao desenvolvimento de um sistema regional de ciência, tecnologia e inovação, como elemento de apoio basilar ao próprio fortalecimento econômico da indústria. Sendo incentivada (pela via do financiamento de projetos de P&D nas áreas de engenharia de produtos e processos, por parte da SUFRAMA ou de universidades e demais instituições de pesquisa locais, favorecidas pelo ambiente demandante da indústria *high-tech*). E assim também estimular o enraizamento de competências científicas e tecnológicas regionais em diversas outras áreas, como desenvolvimento regional, saúde (por exemplo, combate a doenças tropicais), gestão empresarial e biotecnologia.

O vetor ambiental possibilitou ao PIM a atração de mão-de-obra do interior, o que permitiu, no caso do Amazonas, a concentração de empregos na capital, tornando comparativamente menos atrativas as oportunidades de uso dos recursos florestais e hídricos nativos em caráter intensivo, em atividades que não ofereciam salários e benefícios sociais e trabalhistas equivalentes aos que o PIM oferta. Este fenômeno de não-uso dos recursos naturais no Amazonas pode ser caracterizado como uma aparente poupança ambiental propiciada pela economia do PIM, sugerida pelo grau de preservação da cobertura florestal do Estado do Amazonas, situada em 95%, de acordo com dados georreferenciados do SIVAM.

O PIM, também, parece exercer efeito ambiental positivo pelo tipo de indústrias que alberga: as denominadas indústrias sem chaminés, as quais agregam tecnologias de processo com reduzida geração de resíduos poluentes. O Quadro 1 abaixo reproduz resultados de classificação recente dos diferentes segmentos industriais, por tipo de poluente ambiental gerado. Constata-se que os segmentos fabris contemplados pelo PIM (eletrônica de consumo, informática, material de transporte, transformação plástica, etc.) sequer aparecem, pois, de fato, não apresentam impactos ambientais significativos.

*Quadro 1 - Classificação industrial por potencial de emissão de poluentes*

	<i>Tipo de Poluente</i>	<i>Tipo de Indústria</i>
Poluentes da Água	Carga Orgânica (DBO)	Metalurgia de não-ferroso, papel e gráfica; químicos, não-petroquímicos; açúcar.
	Sólidos Suspensos	Siderurgia.
Poluentes do Ar	Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	Metalurgia de não-ferrosos; siderurgia; refino de petróleo e petroquímica.
	Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	Refino de petróleo e petroquímica; siderurgia.
	Monóxido de Carbono (CO)	Metalurgia de não-ferrosos; siderurgia; refino de petróleo e petroquímica; químicos diversos.
	Compostos Orgânicos Voláteis	Siderurgia; refino de petróleo e petroquímica; químicos diversos.
	Material Particulado Inalável	Siderurgia; óleos vegetais e gordura para alimentação; minerais não-metálicos.

Fonte: Lustosa & Young (2002)

## Um modelo de desenvolvimento para a Amazônia

Não obstante todas as externalidades positivas geradas pelo PIM, o mesmo ainda é visto por amplos e representativos segmentos da sociedade brasileira e internacional como economia de enclave (isto é, sem qualquer ligação com os recursos naturais amazônicos) e de privilégios (porque está baseada na concessão de incentivos fiscais às empresas). Esta visão geral, pautada num misto de desconhecimento dos caracteres gerais do PIM e interesses econômicos regionais concorrentes, portanto, contrários ao seu desenvolvimento, termina por condicionar uma competição desigual (em poder de barganha) entre os atores do PIM e os de segmentos industriais similares, nacionais ou estrangeiros.

Ao longo do tempo, esta luta de forças desiguais tem imposto contínuas e progressivas limitações à competitividade sistêmica do modelo, as quais poderiam ser sintetizadas como segue: adoção de medidas e dispositivos legais que incentivam, com reduções ou isenções tributárias, as indústrias similares externas ao PIM, constringendo sua capacidade de atração de novos investimentos, particularmente em áreas de fronteira tecnológica conexas às atividades produtivas nele já desempenhadas (como à da TV Digital e à da telefonia celular); e a adoção de questionável interpretação, por parte das autoridades tributárias nacionais e regionais da legislação que garante os fundamentos fiscais do Modelo Zona Franca de Manaus (Art. 40 dos ADCT da Constituição Federal, em destaque), no sentido de estabelecer limites progressivamente mais estreitos a incentivos tributários praticados no PIM. Inicialmente, os incentivos sedimentavam seu fundamento na localização geográfica do projeto industrial em Manaus, coração da Amazônia Ocidental, e na sua capacidade de gerar efeitos de encadeamentos econômicos para toda a região; já em fins dos anos 70, passou-se a incentivar famílias de produtos, pela via da aceitação de 'listas de exceção e outros instrumentos restritivos; depois, estabeleceram-se limitações ao tipo de tributo passível de incentivos (caso explícito do PIS e do COFINS, tributados em 3,65%, nas vendas finais do PIM, para fora de sua jurisdição fiscal); finalmente com o advento das disputas em torno da regulamentação da lei de informática e da TV Digital, inaugurou-se a possibilidade de se conceder ou não incentivos em Manaus a segmentos industriais *in totum*.

Visto o problema por outro ângulo, reconhece-se que os atores relevantes do PIM (entidades representantes das classes trabalhadora e empresarial, Governo do Amazonas, SUFRAMA, bancadas parlamentares, etc.), nesse cenário com interesses econômicos e políticos exógenos, não têm conseguido interpor junto a formadores de opinião (imprensa, academia) e gestores (Governo) argumentos de defesa institucional, com força de validade técnico-científica e repercussão suficiente, para justificar, em caráter mais estável, o Modelo Zona Franca de Manaus, eliminando os constrangimentos que têm reduzido progressivamente sua competitividade e restabelecendo seus fundamentos originais, explícitos no âmbito do Decreto Lei 288/67, qual seja, os incentivos tributários de atividades industriais com

base no critério de sua localização regional, conexa, evidentemente, aos vetores de agregação de valor/renda local e geração de externalidades positivas (como as ambientais e científico-tecnológicas).

Até mesmo para atores regionais diversos (academia regional em destaque), o PIM segue sendo percebido, em grande medida, como mera máquina geradora de empregos e arrecadação tributária, não necessariamente portadora de virtudes socioambientais relevantes que justifiquem esforços visando sua proteção, fortalecimento e estabilidade.

Uma avaliação rápida das teses, dissertações e monografias produzidas nas instituições acadêmicas locais, especialmente nas áreas de economia e ciências sociais, demonstra o caráter essencialmente crítico (mais no sentido negativo que no sentido propositivo) desses trabalhos quanto à percepção de valor do modelo, de modo geral.

## Para além da floresta: a rotulagem ambiental dos produtos do *PIM*

A atual regulamentação do processo de divulgação institucional do PIM encontra-se ancorada na Resolução nº 202, de 17 de maio de 2006, do Conselho de Administração da SUFRAMA (CAS), que dispõe sobre a sistemática de apresentação, análise, aprovação e acompanhamento de Projetos Industriais. Em seu Título IV (“Das Disposições Gerais”), mais precisamente em seu Capítulo I (“Da Divulgação do Pólo Industrial de Manaus”), a norma impõe as condições exigidas às empresas com projetos aprovados no PIM, para que apliquem nas embalagens e chassis de seus produtos a inscrição ‘Produzido no Pólo Industrial de Manaus’, juntamente com o símbolo estilizado de uma garça voando, logomarca identificadora da origem geográfica desses produtos. Antes dessa norma, a inscrição adotada era ‘Produzido na Zona Franca de Manaus’, acompanhada do mesmo símbolo. A idéia motriz dessa obrigação imposta às empresas é realizar uma divulgação institucional, que enseje transmitir aos adquirentes desses bens no mercado, a mensagem de que se trata de produtos manufaturados no centro geográfico da Amazônia, por meio de uma política pública especial de incentivos à promoção do desenvolvimento regional. Contudo, a observação empírica por parte da SUFRAMA, na qualidade de órgão regulador que faz cumprir o disposto na referida norma, e das próprias empresas incentivadas, na qualidade de regulados, parece indicar claramente três percepções a respeito dessa experiência de divulgação institucional compulsória por meio do selo atual:

- a. trata-se de certificação meramente informativa da origem regional dos produtos, sem qualquer conteúdo cognitivo adicional sobre possíveis benefícios gerados pelo ato da compra desses produtos à sociedade e ao ambiente amazônico;

- b. tem caráter compulsório e burocrático em sua essência, não envolvendo, por parte das empresas incentivadas ou de seus canais de distribuição, qualquer inserção com suas estratégias mercadológicas próprias, cujo esforço fosse o fortalecimento de suas marcas pela sua vinculação à preservação da Amazônia ou pela geração de benefícios socioeconômicos e ambientais as suas populações; dito de outro modo, da forma como foi concebida e é praticada, a certificação atual não desperta nos agentes produtivos beneficiados pelo PIM qualquer estímulo especial para usá-la como meio de agregação de valor comercial ou de busca de diferenciais competitivos, junto a consumidores cada vez mais preocupados com a questão ambiental; e
- c. no formato atual dessa política de certificação, a própria SUFRAMA não consegue se valer dos selos aplicados nos produtos como ferramenta de defesa e argumentação política do modelo adotado, junto a instâncias de governo superiores ou a segmentos formadores de opinião (nomeadamente a academia e a imprensa).

O problema que se coloca, portanto, é o de definir os contornos de uma política que permita à SUFRAMA estimular o uso, pelas empresas incentivadas, de uma certificação socioambiental capaz de agregar valor comercial percebível aos produtos e serviços do PIM, gerando assim, um diferencial competitivo, em seus mercados domésticos ou estrangeiros. Tal iniciativa implica na adoção de um sistema de gestão dessa certificação, portador de validação internacional e nacional, a ser usado como instrumento de legitimação e fortalecimento do modelo. Certificação socioambiental baseado em política institucional formal e seu sistema de gestão associariam aos produtos do PIM ganhos de competitividade que representariam **um incentivo não-tributário para a atração de novos empreendimentos** afinados com o perfil da política.

Nesse contexto, a adoção de um rótulo ambiental, no âmbito dos produtos e serviços proporcionados pelo PIM, consiste numa ferramenta que busca proteger o ambiente natural da Região, a qual orienta as decisões de consumidores, produtores e demais atores da arena decisória de mercado; encorajar a inovação tecnológica que estimulem pesquisas com alta tecnologia e desenvolvimento de produtos com aproveitamento dos ativos regionais; e fortalecer as instituições de pesquisa local, proporcionando à sociedade uma nova maneira de valorizar os recursos naturais da Região.

Essa é a idéia de rotulagem visando associar aos produtos do PIM sua virtuosidade ambiental, conforme demonstrada neste estudo. Trata-se, pois, de começar um ciclo novo no qual o selo teria o claro propósito de *agregação de competitividade por certificação de origem*, sem desconsiderar a experiência vigente, a qual, entretanto, precisaria incorporar procedimentos metodológicos globalmente



aceitos, os quais permitirão revestir a proposta com âncora técnica e científica capaz de dar legitimação e credibilidade à logomarca ou selo ambiental para os produtos do PIM.

Uma proposta com esse propósito necessita de estudos que a fundamente de forma mais específica; discussão ampla com as empresas e entidades empresariais; interação com as agências e entes jurídicos públicos e privados envolvidos com certificação; e, sobretudo, decisão política inequívoca da instituição no sentido de adotar a proposta e alocar energia institucional para sua efetivação.

Sem providências dessa natureza a proposta de tal certificação continuará apenas como intenção. A virtuosidade ambiental do PIM, agora comprovada cientificamente, continuará sendo tratada apenas como discurso e, por tudo isso, se estará desperdiçando um fator de competitividade para os produtos do PIM que independem de leis, decretos, boa vontade política ou qualquer outro fator de difícil concretização.

# CAPÍTULO 4

## Os benefícios do Pólo Industrial de Manaus: para além do puramente econômico

*Alexandre Rivas*

*José A. Mota*

*José Alberto da C. Machado*

---

OS RESULTADOS APRESENTADOS ATÉ AQUI RESPONDEM a dois pontos importantes dos objetivos desta pesquisa. O primeiro é o de demonstrar, empiricamente, com modelos econométricos adequados, que a estratégia de industrialização materializada no Pólo Industrial de Manaus vem contribuindo para a desaceleração do desmatamento da floresta amazônica, em particular do Estado do Amazonas e, em segundo lugar, estimar a magnitude deste efeito, de modo que se possa fazer uma aproximação razoável de qual foi a contribuição do PIM para redução do desmatamento e, sendo possível, a contribuição dos diferentes setores industriais instalados no PIM.

A análise dos pontos descritos foi estruturada de forma que se pudesse entender um pouco do histórico do Pólo, sua performance, bem como seus principais atores. Nesse sentido, constatou-se que, em 2007, o setor eletroeletrônico respondeu por cerca de trinta por cento do faturamento do PIM, enquanto que os setores de veículos de duas rodas e bens de informática vieram, em seguida, com, aproximadamente 23 e 17%, respectivamente.

É importante salientar que um grande salto no faturamento do PIM, ocorrido no período de 2001 a 2005, deu-se por conta dos resultados da empresa Nokia. Em 2005, só os telefones celulares dessa empresa responderam, sozinhos, por mais de 50% das exportações globais do PIM.

Na seqüência, o estudo apresentou um histórico do desmatamento na Amazônia e identificou suas causas primárias e subjacentes. Seguindo a lógica estabelecida, foram analisadas causas do desmatamento no Estado do Amazonas.

Para se entender melhor o perfil desse desmatamento, observou-se padrões gerais de ordenação dos estados da Amazônia Legal e Estado do Amazonas. Isso

foi feito por meio da análise das taxas de desmatamento em função de variáveis geográficas e/ou resultantes de políticas públicas, utilizando-se uma abordagem multivariada, por meio da Análise de Correspondência. Essa análise testou a importância de variáveis identificadas na literatura e fundamentou os próximos passos do estudo.

A partir dos resultados da Análise de Correspondência e de outros parâmetros e evidências relevantes, foi desenvolvido um modelo matemático que fundamentou teoricamente e de maneira geral todos os modelos específicos testados. Desse ponto em diante, três grupos de modelagens empíricas foram implementados. O primeiro fez testes de causalidades e estimou modelos em painel buscando identificar a relevância e o perfil espacial do desmatamento na Amazônia e Estado do Amazonas. Essas estimativas mostraram que o PIM é relevante para inibir as atividades com maior potencial devastador no Estado do Amazonas.

O segundo bloco de modelagem fez um corte temporal no ano de 1997 e estimou que, para esse ano, o PIM colaborou com a redução de cerca de 85% no desmatamento na região de Manaus. Esse valor foi calculado, a partir da diferença entre os valores estimados no modelo econométrico e os medidos, por meio de imagens de satélite. O modelo estimou que o benefício anula estimado do PIM pelo desmatamento evitado em Manaus no período de 1997 a 2007 foi de aproximadamente US\$ 400 milhões. Porém, o modelo ressalta que se os valores encontrados para Manaus fossem extrapolados para o Estado do Amazonas, esse valor seria de cerca de US\$ 4,4 bilhões.

A terceira modelagem desenvolveu um modelo comportamental para calcular diretamente o Efeito PIM. Esse modelo foi estimado utilizando dados em painel para o período de 2000 a 2006, apenas, para o Estado do Amazonas. Um ganho desse terceiro modelo é que algumas das variáveis utilizadas já tinham tido suas relevâncias testadas pelos outros modelos. Dessa forma, o modelo foi capaz de estimar que o PIM teve a capacidade de atenuar o desmatamento no Amazonas dentro de uma faixa de 70 a 77% em relação ao que poderia ter ocorrido na ausência do Pólo. Nesse modelo foi estimado o valor das emissões evitadas de carbono, no período estudado, com base no valor de uma tonelada de carbono em dois mercados distintos, o europeu e o norte-americano. No período, essa estimativa variou de pouco mais de um a dez bilhões de dólares, quando se considerou, apenas, o valor de uso indireto da emissão evitada de carbono. Isso equivale a um benefício anual que variou de US\$ 160 milhões a cerca de US\$ 1,4 bilhão.

O estudo mostrou que o PIM realmente gera uma contra força capaz de atenuar as pressões que levam ao desmatamento no Amazonas e que essa contra força varia de 70 a 84% daquilo que seria o desmatamento no Estado na ausência do PIM. Uma vez que, no período estudado, particularmente nos anos de 2000 a 2006, a participação da indústria de telefones celulares foi de cerca de cinquenta por cento do faturamento do PIM, essa indústria teve papel relevante na magnitude do *Efeito PIM*.

Além de realizar um esforço para valorar as externalidades positivas geradas pelo PIM, o estudo desenvolveu um exercício sobre o que poderia ocorrer caso o Pólo não existisse. Para tal, foram utilizados alguns dos modelos econométricos testados, além de se considerar aspectos da dinâmica populacional e locais das empresas instaladas no PIM. No cenário de não-existência do PIM foram consideradas, também, as conseqüências para o país e para a Região, no que tange ao papel e presença do Estado brasileiro na Região.

Mecanismos de compensação foram apresentados no sentido de internalizar, parte ou totalmente, as externalidades positivas produzidas pelo PIM. Todos os mecanismos considerados foram de caráter econômico. Nesse contexto compensatório, aspectos relativos à eficiência e à equidade, associados ao PIM, foram discutidos no sentido de explicitar o importante papel que o Pólo tem de fato na conservação da Amazônia.

O estudo apresentou uma proposta de política de valorização mercadológica dos produtos oriundos do Pólo Industrial de Manaus (PIM), com base em um sistema de certificação e gestão de um selo, aplicável a esses produtos, a ser implantado pela SUFRAMA, como parte de sua macro política de fortalecimento institucional do Pólo Industrial de Manaus.

Diante dos resultados obtidos neste estudo fica patente que o Pólo Industrial de Manaus produziu uma importante externalidade positiva para o Brasil e o resto do mundo: a conservação da floresta amazônica. Criado com o objetivo precípua de levar o desenvolvimento econômico a uma área isolada e rica em recursos naturais e ambientais, seus benefícios foram para o além do econômico. Conforme visto, o Estado do Amazonas possui cerca de noventa e sete por cento de sua área ainda preservada.

Tal evidência mostra a importância que instrumentos econômicos têm para o controle ambiental. Esse tipo instrumento ainda é muito pouco explorado para a proteção ambiental no Brasil. Com esse resultado extremamente positivo, esforços deveriam ser implementados no sentido de aumentar o entendimento sobre esses tipos de instrumentos. Entender melhor o PIM poderia fazer com que os seus benefícios alcançassem um número cada vez maior de pessoas ao mesmo tempo em que contribuiria de maneira duradoura para a manutenção do que convencionou-se chamar recentemente de – floresta em pé –. Tal fato propiciaria ainda melhores condições para que outras atividades econômicas como, por exemplo, o ecoturismo e a bioprospecção pudessem ser desenvolvidas de maneira mais rápida, benéfica e articulada fomentando assim novos setores industriais com maior grau de endogeneidade.

Por último, o estudo apresentado aqui fornece de maneira peremptória as evidências científicas de que os incentivos econômicos recebidos pelo Pólo Industrial de Manaus produzem benefícios que superam os seus custos fiscais. Essas evidências poderão auxiliar empresários, políticos e tomadores de decisão em geral no sentido de ampliar o ciclo virtuoso que o PIM vem produzindo desde sua criação.

## Referências Bibliográficas

- ALENCAR, et al., 2005. *A pavimentação da BR-163 e os desafios à sustentabilidade: uma análise econômica social e ambiental*. Conservation Strategy Fund do Brasil – CSF, Belo Horizonte.
- ANDERSEN, 1997. *Cost-Benefit Analysis of Deforestation in the Brazilian Amazon*. IPEA, Rio de Janeiro.
- ANGELSEN e KAIMOWITZ, 1999. *Rethinking the causes of Deforestation: Lessons from Economic Models*. The World Bank Research Observer, v. 14, n. 1, pp.73-98.
- ANDERSEN, L. E.; GRANGER, C. W. J. 2006. Modeling Amazon Deforestation for Policy Purposes. Institute for Advanced Development Studies. Development Research Working Paper Series Nº 12/2006. Oct.
- ANDERSEN, et. al., 2002. *The Dynamics of Deforestation and Economic Growth in the Brazilian Amazon*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- ARELLANO, M.; BOND, S. 1991. Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *The Review of Economic Studies*, Vol. 58, No. 2. Apr, pp. 277-297 1991.
- AZARIADS, C. e DRAZEN, A. 1990. Threshold Externalities in Economic Development. *Quarterly Journal of Economics*, v. 105, n. 2. p. 501-526.
- BALESTRA, P e M. NERLOVE. Pooling cross section and time series data in the estimation of a dynamic model: the demand for natural gas. *Econometrica*, Vol. 34, No. 3 (july,1966).
- BECKER, B.. 2007. Logística e nova configuração do território brasileiro: que geopolítica será possível. In: DINIZ, Clélio Campolina (org.). *Políticas de desenvolvimento regional: desafios e perspectivas à luz das experiências da União Européia e do Brasil*. Brasília: Editora da Universidade de Brasília.
- BERK e BERK, 1997. *Administração da qualidade total: o aperfeiçoamento contínuo, teoria e prática*. São Paulo: Ibrasas.
- BENCHIMOL, 1989. *Amazônia: Planetarização e Moratória Ecológica*. São Paulo: Edição Universidade Paulista – Cered, 144p.
- \_\_\_\_\_. 1990. *O Imposto Internacional Ambiental e a Poluição Nacional Bruta*. Manaus: Edição Universidade do Amazonas.

BRASIL, 2002. Ministério do Meio Ambiente. *Rotulagem Ambiental*: documento base para o Programa Brasileiro de Rotulagem Ambiental. Brasília: MMA.

BREITUNG, J. The Local Power of Some Unit Root Tests for Panel Data, in: B. Baltagi (ed.), *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels*, *Advances in Econometrics*, Vol. 15, JAI: Amsterdam, 2000, p. 161-178.

BRITO, 2004. *Grileiro contra grileiro*. Fórum AOL, 28/10/2004.

BUCHINSKY, 1998. Recent advances in quantile regression models – a practical guideline for empirical research. *Journal of Human Resources*, vol.33, p. 88-126.

BRUNTLAND, 1991. *Nosso Futuro Comum*: Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2ª edição, Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas.

CEPAL, 2007. *Análise Ambiental e de Sustentabilidade do Estado do Amazonas*. Publicações das Nações Unidas, Santiago, 202p.

COCHRANE, et. al., 1999. *Positive Feedbacks in the Fire Dynamic of Closed Canopy Tropical Forests*. *Science*, Jun 11: 1837-1841.

COSTANZA e DALY, 1997. Natural Capital and Sustainable Development. In: COSTANZA, Robert. *Frontiers in Ecological Economics*: transdisciplinary essays. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

DIAZ, et. al., 2002. Prejuízo oculto do fogo: custos econômicos das queimadas e dos incêndios Florestais da Amazônia. Instituto de Pesquisa Ambiental do Amazônia e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <http://www.ipam.org.br>

DUFOUR, Jean-Marie. 1997. *Some Impossibility Theorems in Econometrics with Applications to Structural and Dynamic Models*. *Econometrica* 65. p. 1365-1388.

DURLAUF e JOHNSON, 1995. Multiple Regimes and Cross-Country Growth Behaviour, *Journal of Applied Econometrics*, vol. 10, n4, pp. 365-384.

EPA. 2004. *International Experiences with Economic Incentives for Protecting the Environment*. EPA-236-R-04-001. Washington, DC.

FEARNSIDE, 2007. *Amazon Forest Maintenance as a Source of Environmental Services* *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 80 (1): 101-114.

FERREIRA, et. al., 2005. Desmatamento na Amazônia e a Importância das Áreas Protegidas. *Estudos Avançados*, V. 19, No.53, p.157-166.

FERRAZ, 2000. *Measuring the Causes of Deforestation, Agriculture, Land Conversion and Cattle Ranching Growth*: Evidence from the Amazon. IPEA, Draft.

GARCIA, E.. 2004. *Zona Franca de Manaus*: História, Conquistas e Desafios. Manaus: Norma/SUFRAMA.

GARCIA e MORO, 2006. Modelagem Espacial do Desmatamento Amazônico. Encontro Brasileiro de Estudos Populacionais.

GEIST e LAMBIN et. al., 2001. What Drives tropical deforestation ?. Land-Use and Land-Cover Change (LUCC); International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP); International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP), LUCC Report Series N° 4. Louvain-la-Neuve.

GEIST e LAMBIN. 2002. “Proximate Causes Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation”, *BioScience*, v.52, n. 2, pp. 143-150.

GREENE, W. H. 2008. *Econometric analysis*. 6<sup>th</sup> ed. Pearson. - Prentice Hall. New Jersey, USA.

GUJARATI, Damodar. *Econometria Básica*. Quarta Edição, Editora Campus, 809 p, 2006.

GUILHOTO, et. al., 2007. PIB da Agricultura Familiar: Brasil-Estados. MDA, (NEAD Estudos; 19). Brasília.

HARRIS, 1985. Urban Simulation Models In Regional Science. *Journal of Regional Science*.

HANSEN, 2000. Sample Splitting and Threshold Estimation, *Econometrica*, vol. 68, n3, pp.575-603.

HAYASHI, 2000. *Econometrics*., Princeton New Jersey, USA: Princeton University Press.

HOFFMAN, K. and KUNZE, R. “Characteristic Values.” §6.2 in *Linear Algebra*, 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, p. 182, 1971

HOLTZ-EAKIN, Douglas; NEWEY, Whitney e ROSEN, Harvey S. 1998. *Estimating Vector Autoregressions with Panel Data*. *Econometria*, Vol. 56, N. 6, pp. 1371-1395.

HRADESKI, 1989. *Aperfeiçoamento da Qualidade e da Produtividade: Guia Prático para Implementação do Controle Estatístico de Processo – CEP*. São Paulo: McGraw-Hill.

IBGE, 2008. [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em 01/07/2008.

IM, K. S., PESARAN, M. H., and Y. Shin. *Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels*, *Journal of Econometrics*, 115, pp. 53-74, 2003.

ISHIKAWA, 1993. *Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa*. 2ª edição, Rio de Janeiro: Campus.

IPCC, 2000. *Special Report on Emissions Scenarios*. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 1ª ed. Cambridge, Cambridge University Press.

- LUSTOSA, e YOUNG, 2002. Política Ambiental. In: KUPFER, David, e HASENCLEVER, Lia (orgs.), *Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticas no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus.
- KAHN, 2005. *The Economic Approach to Environmental and Natural Resources*. 3ª Ed. Thomson. Mason, OH.
- KOENKER e BASSET, 1978. Regression Quantiles. *Econometrica*, vol. 46, p.33-50.
- LEVIN, A., LIN, C. F., and C. Chu. 2002. *Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties*, *Journal of Econometrics*, 108, pp. 1-24.
- MARGULIS 2003. *Causas do desmatamento da Amazônia brasileira*. 1ª ed. Brasília: Banco Mundial. 100 p.
- MANKIW, et. al.,1992. A Contribution to the Empirics of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, n2, pp. 407-437.
- MARINHO, et. al., 2007. Os Programas de Transferências de Renda do Governo Impactam a Pobreza no Brasil? Laboratório de Estudo da Pobreza, CAEN-UFC.
- MARTINE, G e L. A. TURCHI, 1988. Urbanização da Amazônia: realidade e significado. *Anais do VI Encontro Nacional de Estudos Populacionais*. Olinda, PE, v. 2, ABEP (16-20 de outubro).
- MEADOWS, 1978. *Limites do Crescimento*. 2ª edição, São Paulo: editora Perspectiva.
- McCORMICK, F. 1992. Night Comes to Amazonia, *Forum for applied and public policy* 7(4) p. 30-34.
- MILLS, 1972. *Urban Economics*. Glenview: Scott, Foresman and Company, pp. x, 277.
- MIN/MMA – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL / MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004. *Plano Amazônia Sustentável – PAS. Diagnóstico e Estratégia Vol. 1*. Brasília.
- MOTA, 2006. *O Valor da Natureza: Economia e Política dos Recursos Naturais*. Garamond. Rio de Janeiro.
- MOTA, 2001. *Valoração de Ativos Ambientais como Subsídio à Decisão Pública*. Rio de Janeiro: Garamond.
- MOTA, 2004. *Economia, meio ambiente e sustentabilidade: as limitações do mercado onde o mercado é o limite*. Boletim Científico da Escola Superior do Ministério, Brasília.
- MUTH, 1969. *Cities and housing: the spatial pattern of urban residential land use*. The University of Chicago Press. Chicago.



- NEPSTAD, D.C.; STICKLER, C.; ALMEIDA, O. T.. 2006. Globalization on the Amazon Soy and Beef industries: opportunities for conservation. *Conservation Biology* v. 20. p. 1595-1603.
- NICKELL, S. 1981. Biases in Dynamics Models with Fixed Effects. *Econometrica*, 49. p. 1399-1416.
- NOGUEIRA e MEDEIROS, 1997. Quanto vale aquilo que não tem valor? Valor de existência, economia e meio ambiente. Trabalho submetido para o XXV Encontro Brasileiro de Economia, ANPEC, Recife.
- OLIVEIRA JR, A. R., MACHADO, J. A. C., COSTA, F. A., SANTANNA, A. C., “Metamorfoses do Modelo Zona Franca de Manaus: Desafios à Pesquisa e ao Planejamento do Desenvolvimento Regional”. In: *Amazônia: Políticas Públicas e Diversidade Cultural*. Manaus: Garamond Universitária, 2006, p. 39-59.
- O’CONNOR, 1998. Ecological-Economic Sustainability. In: FAUCHEUX, Sylvie; O’CONNOR, Martin. *Valuation for Sustainable Development: methods and policy indicators*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- PANAYOTOU, 1994. *Mercados Verdes: a economia do desenvolvimento alternativo*. Rio de Janeiro: Nórdica.
- PIGOU, 1997. The economics of welfare. In: NELISSEN, Nico; STRAATEN, Jan Van Der; KLINKERS, Leon. *Classics in Environmental Studies: An Overview of Classic Texts in Environmental Studies*. Amsterdam: International Books.
- PUTY, ALMEIDA e RIVERO. 2007. A produção mecanizada de grãos e seu impacto no desmatamento amazônico. *Ciência Hoje*, v. 40, p. 44-48.
- REIS, 1996. Os Impactos do Pólo Siderúrgico de Carajás no desflorestamento da Amazônia Brasileira. In: *A Economia Brasileira em Perspectiva*. Rio de Janeiro, IPEA, v.2, pp. 691-715.
- REIS e MARGULLIS, 1991. Options for Slowing Amazon Jungle Clearing. In: *Economic Policy Responses to Global Warming*. R. Dornbusch and J. Poterba (ed.) Cambridge, MA., MIT Press.
- RIVAS, A.A.F. 1998. *The Manaus Free Trade Zone and Deforestation in the State of Amazonas*. Dissertação de doutoramento. The University of Tennessee, Knoxville.
- RODRIGUES, 2004. *Análise dos Fatores Determinantes do Desflorestamento na*
- VINCENT, J. R., ALI, R. M., 1997. *Environment and Development in Resource-Rich Economy: Malaysia under the New Economic Policy*. Harvard, Harvard Institute for International Development.
- SIMPSON, et. al., 1996. Valuing Biodiversity for Use in Pharmaceutical Research. *Journal of Political Economy*, 104(1): pp. 163-185.

SOARES, et. al., 2004. Simulating the Response of Deforestation and Forest Regrowth to Road Paving and Governance Scenarios Along a Major Amazon Highway: The Case of the Santarém-Cuiabá Corridor. *Global Change Biology*, pp. 745-764.

SACHS, 2000. *Gestão Negociada e Contratual da Biodiversidade*. Brasília: mimeo.

SOLOW, 2000. Sustainability: An Economist's Perspective. In: STAVINS, Robert N. *Economics of the Environment*. 4<sup>a</sup> ed., New York: WW Norton & Company, Inc.

SUFRAMA, 2008. Disponível em: [http://www.suframa.gov.br/modelozfm\\_ind\\_indicadorespim.cfm](http://www.suframa.gov.br/modelozfm_ind_indicadorespim.cfm).

\_\_\_\_\_. 2008. *Sistema de Consultas Gerenciais - SAA*. Manaus.

SUFRAMA/SAP/CGPRO/COISE, *Indicadores de Desempenho do Pólo Industrial de Manaus - 1988/2007*.

TEIXEIRA, P.; BRASIL, M. C. *Migração na Região Norte*. Manaus, 2008. (mimeo.).

TEJADA, et. al., 2006. Saúde e Pobreza no Brasil: Uma Análise de Causalidade de Granger com Dados em Painel. *Anais do IV Encontro da ABER*, Salvador.

VON THÜNEN, 1966. *The Isolated State JH von Thünen* - Trans. Carla M. Wartenberg. Oxford: Pergamon.

YOUNG, 1998. Public Policies and Deforestation in the Brazilian Amazon. In: *Planejamento e Políticas Públicas*, nº 18. IPEA, Internet.

YOUNG et. al. 2007. Reduções de Emissões de Carbono por Desmatamento Evitado no Estado do Amazonas: Uma Proposta de Estimção. VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica: Fortaleza.

WEINHOLD, 2001. Model avaluation and causality testing in short panels; the case of infrastructure provision and population growth in the brasilian Amazon. (1975-1985).

WOLDRIDGE, J. M. 2002. *Econometric Analysis of Cross-section and Panel Data*. Cambridge, Massachesetts: The MIT Press.

Site: <http://www.ibge.com.br>. Acessado em jan. de 2008.

# ANEXOS

## Anexo A

*Tabela A1 – Distribuição das aplicações de recursos da Suframa em projetos/ações de interiorização do desenvolvimento regional, por unidade federativa (1997-2007)*

Total de recursos por aplicação		Discriminação								Total
		Acre	Amapá	Amazonas	Rondônia	Roraima	Entidades			
1997	QT Valor	4 487.854,00	2 1.180.309,004	20 44.266.775,1328	20 18.491.701,0033	29 10.891.065,0023	7 2.411.164,00			82 77.728.868,13
1998	QT Valor	17 8.481.757,00	4 7.108.619,00	28 10.857.199,32	33 8.830.901,00	23 9.561.416,00	5 2.968.109,00			110 47.808.001,32
1999	QT Valor	23 11.083.338,00	7 7.108.619,00	32 25.259.346,24	43 13.797.092,00	18 12.150.414,00	3 950.000,00			126 69.245.125,24
2000	QT Valor	2 6.000.000,00	3 2.968.355,00	20 10.560.580,00	21 7.008.955,00	8 16.263.202,76	11 9.306.676,00			65 52.107.768,76
2001	QT Valor	34 22.872.560,00	7 7.800.000,00	40 28.238.000,00	53 24.190.470,00	26 19.737.165,00	28 14.817.056,00			188 117.665.897,40
2002	QT Valor	9 9.211.125,00	- 1.000.000,00	18 11.361.461,00	5 1.529.446,00	16 10.176.222,00	24 13.576.599,17			72 46.854.903,17
2003	QT Valor	1 3.146.582,00	- 0,00	7 3.410.000,00	- 0,00	2 1.000.000,00	15 12.147.707,95			25 19.704.289,95
2004	QT Valor	23 13.543.131,83	3 8.400.000,00	4 35.964.000,00	59 18.450.000,00	4 11.160.000,00	23 19.797.495,13			116 107.314.626,96
2005	QT Valor	19 11.295.354,35	2 415.118,00	26 10.547.413,00	54 11.053.282,85	10 10.547.413,00	21 17.923.384,45			132 61.781.965,65
2006	QT Valor	25 9.500.000,00	0 0,00	9 16.122.870,84	25 4.900.000,00	0 0,00	6 3.421.016,18			65 33.943.887,02
2007	QT Valor	55 58.129.469,27	1 2.300.000,00	32 28.192.448,53	46 25.144.950,00	11 22.425.000,00	42 56.008.361,00			187 192.200.108,80
Total Acum	QT Valor	212 153.751.11,45	29 37.177.336,00	236 224.780.740,00	359 133.396.847,16	147 123.911.897,16	185 153.327.508,88			1.168 826.345.442,40

Fonte e elaboração: SUFRAMA/SAP/CGDER

*Tabela A2 – Distribuição das aplicações de recursos da Suframa em projetos/ações de interiorização do desenvolvimento regional, por categoria de aplicação (1997-2007)*

Total de recursos por população		Discriminação - Projetos de:						Total
		Produção	Apoio a infra-estrutura	Promoção de investimento/ turismo	P & D	Capacidade de R.H		
1997	QT Valor	3 742.190,18	74 74.576.857,21	4 2.209.820,79	1 200.000,00	0 0,00	82 77.728.868,13	
1998	QT Valor	9 3.360.984,33	96 42.971.591,05	3 788.856,62	2 686.569,32	0 0,00	110 47.808.001,32	
1999	QT Valor	12 3.651.335,24	110 64.663.790,00	3 630.000,00	1 300.000,00	0 0,00	126 47.808.001,34	
2000	QT Valor	12 3.651.335,24	110 64.663.790,00	3 630.000,00	1 300.000,00	0 0,00	126 69.245.125,24	
2001	QT Valor	7 1.441.945,22	52 47.331.538,54	1 200.000,00	2 2.794.22,00	3 340.065,00	65 52.107.768,76	
2002	QT Valor	6 3.217.595,69	4 37.659.993,14	6 2.454.034,40	7 1.190.331,94	4 2.332.948,00	72 46.854.903,17	
2003	QT Valor	0 0,00	11 7.806.582,00	6 1.381.994,00	7 10.485.313,95	1 30.400,00	25 19.704.289,95	
2004	QT Valor	13 1.939.091,72	82 88.162.592,16	2 910.000,00	12 14.008.178,66	7 2.294.764,42	116 107.314.626,96	
2005	QT Valor	17 2.135.280,00	98 43.057.282,14	2 1.818.427,00	6 11.465.305,51	9 3.305.665,00	132 61.781.965,65	
2006	QT Valor	12 4.191.426,41	46 18.005.502,88	1 281.434,18	5 11.113.523,55	1 352.000,00	65 35.943.887,02	
2007	QT Valor	21 5.562.379,31	117 150.675.131,15	3 3.525.000,00	19 16.056.951,83	27 16.380.646,51	187 192.200.108,80	
Total Acum.	QT Valor	104 27.944.231,73	895 681.355.97,31	36 18.456.443,64	69 69.576.863,20	64 29.011.925,46	1168 826.345.442,40	

Fonte e elaboração: SUFRAMA/SAP/CGDER

## Anexo B

### Teste de Raiz Unitária para Dados em Painel

Diversos são os testes que exploram a conformação de painéis para o teste de integração de variáveis macroeconômicas. Os testes que são encontrados podem ser classificados em dois grupos. O primeiro grupo incorpora aqueles testes que assumem a existência de um processo de raiz unitária comum tal que os parâmetros para persistência para cada unidade (ou grupo) possuem a mesma estrutura autoregressiva (AR(1)), além de permitir a existência do efeito individual. Integram esse grupo, os testes propostos por Levin, Lin e Chu (2002) e o de Breitung (2000) e podem ser considerados como sendo um teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) com dados agrupados. A hipótese nula é a de que cada série do painel seja integrada de ordem um, contra a hipótese em que todas as séries sejam estacionárias.

O outro grupo incorpora os testes que permitem a existência de um processo individual de raiz unitária de forma que os parâmetros de persistência podem variar livremente para cada unidade (grupo). Por isso os testes são construídos a partir das estatísticas individuais. Por exemplo, a estatística de teste proposta por Im, Pesaran e Shin (2003) é o resultado de uma média das t-estatísticas de Dickey-Fuller sobre cada unidade do painel. A hipótese nula assume que todas as séries são não estacionárias enquanto que na hipótese alternativa pelo menos uma série é estacionária. O teste adquire a estrutura do ADF ao permitir que as defasagens para a variável dependente possam ser inseridas o que possibilita a autocorrelação do erro para cada série.

Foram utilizados, no presente trabalho, os testes propostos por Levin, Lin e Chu (2002, LLC) e o teste de Im, Pesaran e Shin (2003, IPS). Os testes foram realizados para as séries em nível, utilizando-se o critério de seleção para o número de defasagens de Hannan-Quinn. A Tabela 1 abaixo apresenta os resultados.

Tabela B1 - Testes de Raiz Unitária em Painel

Variável	Levin, Lin and Chu		Im, Pesaran and Shin	
	Probabilidade		Probabilidade	
	Com Intercepto Individual	Com Intercepto e Tendência Individuais	Com Intercepto Individual	Com Intercepto e Tendência Individuais
Desmatamento	0.000	0.003	0.000	1.000
Área Ocupada	0.000	0.000	0.001	0.000
Cult. Permanente	0.000	0.000	0.000	0.000
Cult. Temporária	0.000	0.000	0.000	0.011
Reb. Bovino	1.000	1.000	0.000	0.952
Dens. Bovina	0.000	1.000	0.000	0.174
Educ. Adulto	0.000	0.000	1.000	0.275
Estoque Crédito	0.000	0.000	0.000	0.000
Matrícula	0.000	0.000	1.000	0.002
PIB <i>per capita</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
População	0.000	0.000	1.000	1.000
Dens. Demográfica	0.000	0.000	1.000	1.000

Fonte: Elaboração dos autores.

Notas: As defasagens para os testes foram determinados pelo critério de Hannan-Quinn.  
As probabilidades para o testes assumem normalidade assintótica.  
Teste Levin, Lin and Chu - Hipótese nula: raiz unitária (assume processo de raiz unitária comum).  
Teste Im, Pesaran and Shin - Hipótese nula: raiz unitária (assume processo de raiz unitária individual).

Como pode ser observado, a todas as variáveis consideradas são estacionárias em primeira ordem,  $I(1)$ , em pelo menos um dos testes a um nível de 5% de significância. A variável desmatamento é estacionária em ambos os testes com exceção do teste de Im, Pesaran and Shin quando se considera o intercepto e tendência individual; Rebanho Bovino é estacionária considerando o teste de Im, Pesaran and Shin e apenas o intercepto individual; Educação de Adultos é estacionária apenas no teste de Levin, Lin and Chu considerando tanto o intercepto individual quanto considerando intercepto mais tendência individual; Matrícula é estacionária em ambos os testes, com exceção do teste de Im, Pesaran and Shin quando se considera apenas o intercepto individual; já as variáveis Área Ocupada, Cultura Permanente, Cultura Temporária, Estoque de Crédito e PIB *per capita* são estacionárias em ambos os testes e considerando tanto intercepto individual quanto considerando intercepto e tendência individual.

## Anexo C

Como assinala Wooldridge (*op.cit.*), a presença de variável omitida, por conta, por exemplo, de e conseqüentemente de endogeneidade se torna a própria motivação do uso de dados em painel.

Com a presença de uma variável omitida o termo erro seria composto por dois componentes (por isso chamado de erro composto):

$$\varepsilon_{it} = \nu O_i + u_{it} \quad (20)$$

em que  $\nu O_i$  seria comum a todas as equações que compõem o painel, e, por isso, seria chamado de efeito individual, heterogeneidade individual ou efeito fixo (Hayashi, 2000). Na suposição que o erro idiossincrático  $u_{it}$  fosse não correlacionado com quaisquer das variáveis explicativas que compõem os três vetores de variáveis, ainda assim seria possível a correlação de  $\nu O_i$  com alguma variável explicativa, tornaria as estimativas produzidas por *pooled OLS* como viesadas e inconsistentes.

Assumindo a equação (18) como válida, o modelo empírico mais adequado a priori seria o de efeito fixo, também chamado de estimador *within*, em vez que a aplicação do método OLS ocorre no modelo transformado baseado em desvios de um grupo de médias (HAYASHI, 2000), que usa a variação do tempo na variável dependente e dentro de cada unidade observação *cross-sectional* (Wooldridge, 2002).

Na suposição de que as variáveis geográficas odeiam representar a variável omitida, então, o modelo mais adequado a ser adotado seria o de efeito fixo. Isto significa que  $\nu O_i$  é tratado como um parâmetro a ser estimado em cada observação *cross-section*.

Para que seja estimado com as propriedades desejáveis para os estimadores o modelo precisaria de certas hipóteses adicionais. Dessa forma, com o intuito de verificar essas hipóteses mais facilmente, pode-se escrever o modelo generalizado na forma:

$$y_{it} = X_{it}\beta + \nu_i + u_{it} \quad (21)$$

onde,  $y_{it}$  é a variável dependente como definida e  $X_{it}$  é matriz de variáveis explicativas de ordem  $i \times k$  e que contem as variáveis observáveis que mudam entre  $t$ , mas não entre  $i$ ; entre  $i$ , mas não entre  $t$  e entre  $i$  e  $t$ .



No caso do estimador de efeito aleatório da mesma forma que o de efeito fixo surge de uma transformação agora subtraindo cada variável explicativa de sua fração no tempo médio, a qual depende da variância do erro e da variância da variável omitida. Essa transformação permite o uso das variáveis explicativas que são constantes ao longo do tempo e resulta em um tipo de modelo de Mínimos Quadrados Generalizado - GLS, que elimina a correlação serial nos erros e, portanto, o estimador de efeito aleatório é um tipo de estimador GLS factível (Wooldridge, 2002)Essa estrutura é necessária porque o método do efeito aleatório explora a correlação serial no erro composto em uma estrutura de mínimos quadrados generalizados (GLS). Nesse contexto é necessário que a exogeneidade estrita se estenda entre as variáveis explicativas e o erro composto.

\*\*\*