

Gilvan Ramalho Guedes

**Ciclo de vida domiciliar, ciclo do lote e  
mudança no uso da terra na Amazônia Rural  
Brasileira – um estudo de caso para Altamira,  
Pará**

Belo Horizonte, MG  
UFMG/Cedeplar  
2010

Gilvan Ramalho Guedes

**Ciclo de vida domiciliar, ciclo do lote e  
mudança no uso da terra na Amazônia Rural  
Brasileira – um estudo de caso para Altamira,  
Pará**

Tese apresentada ao curso de doutorado em Demografia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Título de Doutor em Demografia.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Lanza Queiroz  
Co-orientador: Prof. Dr. Alisson Flávio Barbieri

Belo Horizonte, MG  
Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional  
Faculdade de Ciências Econômicas - UFMG  
2010

## Folha de Aprovação

*Aos meus pais, ao Elio e à Nana.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Gilson e Rosaly, que desde sempre viabilizaram e investiram em meus sonhos. Por entenderem minhas angústias e me mostrarem que angústias são naturais. Por terem pintado um mundo com mais cores quando tudo parecia cinza, para que a palavra “esperança” nunca sumisse da minha mente. Por me ouvirem atentamente, como uma platéia de 100.000 ouvidos. Por me oferecer e nunca pedir, mesmo que isso implicasse em sacrificar suas próprias vontades. Por acreditarem em mim, como se eu estivesse pronto para transformar meu futuro em uma obra de arte. E por continuarem acreditando, quando percebiam que minha obra era simples, muito simples. Por sorrirem meu choro e sorrirem meu riso. Por sorrirem sempre, me oferecendo a plenitude do amor incondicional. A eles, mais do que um agradecimento: minha reverência!

Ao Elio e à Nana, meus melhores amigos e companheiros de todas as horas. Ao Elio por me ensinar a ser justo, objetivo e determinado. À Nana por me ensinar a sonhar, a arriscar e a achar que o mundo ainda está todo aí para ser conquistado. Por me motivarem a arrancar as raízes da terra e plantá-las em outras terras. Por me fazerem sentir ter seis pernas e me fazer correr mais rápido e andar mais longe.

Ao Zé, meu irmão, que nunca me deixou sozinho, nem aqui nem nos Estados Unidos. Ao seu empenho em me dar conforto quando a solidão e saudade de casa davam as caras. Obrigado, irmão, pelos meses sob o gelo dos Estados Unidos somente para me fazer companhia.

A uma família especial: Tia Sandra, Karine, Gladson, Renato, Lucas e Maria. Por terem me aceitado como um filho, por torcerem por mim e me permitirem abrigar a Chica na casa deles! Ao Tio Wanderley, que desde minha graduação em Economia me incentivou a seguir a carreira acadêmica.

À Dona Justina, minha segunda mãe, que desde que eu voltei dos Estados Unidos tem feito meus dias cheios de conforto e carinho. Pela sua simplicidade, pelos almoços feitos com carinho, pelas conversas e pelos cafés ao início e final do dia. Às minhas amigas Rosa e Ana, que sempre cuidaram da minha casa, da minha roupa, do meu cantinho, sempre com um sorriso no rosto. À Lúcia pelo companheirismo e pela sinceridade. À Iara, pelo carinho e pelas sopas nos dias em que eu precisava passar a noite em claro trabalhando.

À Chica e à Tonha, que apesar de não saberem ler, foram minhas companheiras no dia-a-dia. Por me lamberem quando eu chegava em casa cansado, e por demonstrarem da forma mais pura e digna um amor sem maldade e sem interesses – coisa que só o animal é capaz!

Aos meus amigos de Teófilo Otoni, pelos cuidados que dispensaram aos meus pais, deixando-me mais tranqüilo aqui de Belo Horizonte. Esse é um agradecimento especial aos queridos Messias (*in memoriam*), Netinha, Tereza e Maria. Aos meus amigos de Belo Horizonte, Mateus, Yara (“Periquita”), Rogéria, Suzane e Cecília Labra, que me apoiaram e agüentaram o meu mau humor nos dias em que a tese parecia não ter fim!

Ao Bernardo, meu orientador, que me fez perceber a importância do rigor e da objetividade. Pela sua seriedade e pelo seu compromisso em me fazer produzir o melhor trabalho possível. Por me fazer enxergar que a construção do conhecimento leva tempo e que não há recompensa sem muito suor e persistência. Meu muito obrigado pela sua disposição em me ajudar a concluir este trabalho.

Ao Alisson, meu co-orientador, por me possibilitar trabalhar com uma área nova, desafiadora e apaixonante. Pelos seus inúmeros comentários precisos, mas calmos e equilibrados. Por me presentear com o tema desta tese, sem dúvida um desafio e uma vida inteira de pesquisa pela frente!

À Leah, Jeanette e Vivi por terem me aceitado como membro de sua família nos Estados Unidos. Mais do que uma parceira de trabalho, Leah foi uma companheira que me ajudou a conhecer outras dimensões da pesquisa. Por ter investido em mim e pelas inúmeras oportunidades que me deu e continua me dando.

Aos amigos do ACT – Universidade de Indiana, Moran, Eduardo, Vonnice, Scott, Paulinha, Tony, Kara, Nick e Lynda, pela oportunidade de aprender a trabalhar em equipe e por me possibilitar conhecer a Amazônia de perto. Em especial, ao Dr. Moran pela confiança em mim depositada e renovada como pesquisador associado ao ACT. Ao Eduardo pela feliz parceria de trabalhos. Ao Álvaro D’Antona, um grande e sincero amigo, que acredita no meu trabalho e me ensina a cada dia.

Aos queridos amigos brasileiros de Bloomington, Rodrigo, Giselle, Paulo, Patrícia, André, Mayumi, Lucas, Maira, Gabriella e Cinthia, que fizeram de tudo para reproduzir nosso país dentro dos Estados Unidos. Aos meus amigos americanos Jeff, Bradley, Julia, Michelle,

Brian, Bruce, Raina, Nina, Barb, Katrina e Malcolm por terem contribuído, cada um a seu modo, para minha vida, meu trabalho e minhas horas de diversão em Bloomington e em Providence. Um agradecimento especial a Nina Pratt e a Katrina Gamble pela constante presença durante meu tempo em Providence e na Brown University.

Aos meus entrevistados e a todos os proprietários rurais e suas famílias que fizeram parte do projeto *Amazonian Deforestation and the Structure of Households*. Sem a sua disposição em nos fornecer informações e em abrir suas casas para nos receber, nem esta tese nem muitos trabalhos do nosso time de pesquisadores teriam sido possíveis. Muito obrigado a vocês por confiarem na integridade do projeto.

Aos professores do CEDEPLAR por terem compartilhado com generosidade seu conhecimento e contribuído de forma decisiva para a consolidação de meu conhecimento como demógrafo. Em especial, à Carla e ao André Junqueira pelas valiosas contribuições durante a execução desta tese e por emprestarem seu tempo em horas e horas de conversa sobre o método GoM.

Aos colegas de coorte, Cristina, Carol, Carolina, Mauro, Glauco, Marden, Douglas, Vitor e Kátia, pelo companheirismo em sala de aula e fora dela, durante as diferentes fases do curso. Em especial, à Carol por ter me introduzido à Demografia e ao CEDEPLAR e à Cristina por ter sido companheira de sala de estudo na reta final da elaboração da tese. Meu carinho especial a Taiana, Alessandra e Mirela, especiais em diversos momentos e amigas sinceras. A todos os demais colegas do CEDEPLAR que conviveram comigo e aqui não foram citados individualmente.

Aos funcionários do CEDEPLAR, pela agilidade, eficiência e profissionalismo em todas as ocasiões que deles necessitei. Quero agradecer especialmente à Adriana (serviço de fotocópias), aos funcionários da biblioteca, do CPD, da secretaria de curso e da secretaria geral e dos serviços de limpeza geral, que nos permitem viver em um ambiente limpo e saudável.

Ao ensino público brasileiro, em especial a Universidade Federal de Minas Gerais, que me abriu as portas para o mundo. Ao CNPq pelo suporte financeiro ao longo de todo o meu doutorado e por ter possibilitado a execução desta tese. Ao ACT, por fornecer os dados quantitativos e espaciais utilizados neste trabalho.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 ARCABOUÇO TEÓRICO: AS TEORIAS DE FRONTEIRA AGRÍCOLA .....	8
2.1 Fronteiras Agrícolas – conceituação e evolução.....	8
2.2 As fronteiras contemporâneas – arcabouços conceituais .....	9
<i>A teoria do ciclo de vida domiciliar</i> .....	10
<i>A abordagem dos estágios de fronteira</i> .....	14
<i>A perspectiva da geografia econômica e espacial</i> .....	16
<i>As perspectivas da economia política</i> .....	17
<i>As fronteiras contestadas e desarticuladas</i> .....	20
2.3 Um modelo de ciclo de vida revisitado.....	21
2.4 As Predições dos Modelos sobre o Ciclo de Vida e a Relação com o Mercado .....	26
2.5 Evidências Empíricas sobre o impacto do Ciclo de Vida e da Integração com o Mercado sobre o Uso e a Cobertura do Solo.....	28
<i>Evidências sobre a teoria do ciclo de vida</i> .....	28
<i>Evidências sobre a influência dos mercados</i> .....	30
2.6 Discussão .....	32
3 DINÂMICA DO USO DA TERRA NAS FRONTEIRAS AGRÍCOLAS DA AMAZÔNIA.....	33
3.1 Introdução.....	33
3.2 Cobertura e Uso do Solo na Amazônia Contemporânea.....	33
3.4 A Área de Estudo – Altamira, Pará.....	38
3.5 Considerações Gerais .....	42
4. DADOS E MÉTODOS .....	44
4.1 Dados.....	44
<i>Os dados quantitativos de levantamento</i> .....	44
<i>Os dados classificados de cobertura do solo através de sensoriamento remoto</i> .....	48

<i>Os dados qualitativos: mapas participativos dos sistemas de uso do solo</i> .....	50
4.2 Estratégia Empírica .....	52
<i>Medição das Variáveis Endógenas</i> .....	52
<i>Especificação dos modelos</i> .....	54
<i>Questões de endogeneidade</i> .....	57
<i>Medição das Variáveis Endógenas</i> .....	60
<i>Construindo os sistemas de uso do solo</i> .....	62
<i>Especificação dos modelos</i> .....	74
4.3 Considerações Gerais .....	77
5 CICLO DE VIDA DOMICILIAR, CICLO DO LOTE E DESMATAMENTO .....	79
5.1 Introdução.....	79
5.2 Restrição Amostral.....	80
5.3 Operacionalização Metodológica.....	82
<i>Tratamento das variáveis analisadas</i> .....	82
5.4 Análise Descritiva.....	83
5.5 Análise de Regressão .....	94
5.6 Considerações Finais.....	103
6 CICLO DE VIDA DOMICILIAR, CICLO DO LOTE E SISTEMAS DE USO DO SOLO .....	105
6.1 Introdução.....	105
6.2 Restrição Amostral.....	106
6.3 Operacionalização Metodológica.....	107
6.4 Análise Descritiva .....	108
6.5 Análise de Regressão .....	121
<i>Modelo de ciclo de vida modificado e sistemas de uso do solo</i> .....	122
<i>Modelo de ciclo de vida modificado e classes de uso do solo</i> .....	130
7 CONCLUSÃO .....	136

O que dizem os nossos resultados? Hipóteses de trabalho e resumo dos achados principais .....	138
<i>Hipóteses e evidências</i> .....	139
O que nossos resultados não podem dizer? Limitações do estudo .....	143
Como nossos achados informam orientações de políticas públicas?.....	145
O que ainda precisa ser dito? Agenda de pesquisa futura.....	148
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	150
ANEXOS.....	167

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 2.1: ARCABOUÇO CONCEITUAL DA RELAÇÃO ENTRE CICLO DE VIDA, CICLO DO LOTE E INTEGRAÇÃO AO MERCADO PARA EXPLICAR AS ESTRATÉGIAS DE USO DO SOLO EM FRONTEIRAS AGRÍCOLAS.....	25
TABELA 2.1 PREDIÇÕES SUGERIDAS PELO ARCABOUÇO MODIFICADO DO CICLO DE VIDA.....	28
FIGURA 3.1: ESQUEMA DE MUDANÇA NA COBERTURA DO SOLO .....	37
FIGURA 3.2: ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA – VISÃO ESPACIAL DA GRADE DE PROPRIEDADES ORIGINAIS DO PROJETO DE ASSENTAMENTO DEFINIDO PELO INCRA EM 1971 .....	39
TABELA 3.1 - DISTRIBUIÇÃO RELATIVA DA ÁREA DOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS POR UTILIZAÇÃO DAS TERRAS - MUNICÍPIOS SELECIONADOS DA TRANSAMAZÔNICA, 1996 E 2006.....	41
FIGURA 4.1: ATRITO ENTRE ONDAS DE DADOS PARA ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA (PARÁ) – 1997/1998 E 2005 .....	48
FIGURA 4.2: INFORMAÇÕES COMPLETAS PARA CONSTRUÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES UTILIZADAS – ALTAMIRA, 2005 .....	48
TABELA 4.1 – VALORES DO CRITÉRIO DE INFORMAÇÃO DE AKAIKE (AIC) POR NÚMERO DE PERFIS EXTREMOS DOS SISTEMAS DE USO DO SOLO – ALTAMIRA, 2005 .....	66
FIGURA 4.3 – DESCRIÇÃO ESPACIAL DOS SISTEMAS TÍPICOS DE USO DO SOLO NA ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, PARÁ.....	68
TABELA 4.2 – DISTRIBUIÇÕES MARGINAIS DOS SISTEMAS DE USO DO SOLO NA ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, PARÁ, 2005 .....	74
TABELA 5.1 CONSTRUÇÃO DOS BANCOS DE DADOS – TAMANHO DAS AMOSTRAS DE INTERESSE – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 1996, 1997, 1998 E 2005 .....	81

TABELA 5.2 – TRANSFORMAÇÕES PARA PRODUZIR VARIÁVEIS COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL.....	83
TABELA 5.3 VARIÁVEIS INDICADORAS DA COBERTURA OU MUDANÇA NA COBERTURA FLORESTAL, E ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS (MÉDIA E DESVIO-PADRÃO) PARA 1997/1998, 2005 E MUDANÇA ENTRE OS PERÍODOS – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA.....	84
FIGURA 5.1 – PERCENTUAL DESMATADO DO LOTE – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 1998 E 2005.....	85
FIGURA 5.2 – PERCENTUAL DESMATADO DO LOTE, INTERVALO DE 95% DE CONFIANÇA DO PERCENTUAL DESMATADO E DISTRIBUIÇÃO DAS COORTES – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 2005 E $\Delta$ (2005 – 1997/1998) A) 2005 .....	89
FIGURA 5.3 – RELAÇÃO ENTRE ÁREA DO LOTE DESMATADA E INDICADORAS DO CICLO DE VIDA DOMICILIAR POR TEMPO DE RESIDÊNCIA NO LOTE - ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 2005.....	90
TABELA 5.4 – MODELOS DE REGRESSÃO MULTIVARIADA DO TOTAL DO LOTE DESMATADO EM 2005 – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA (DADOS DE <i>SURVEY</i> ).....	99
TABELA 5.5 – MODELOS DE REGRESSÃO MULTIVARIADA DA ÁREA DESMATADA EM 2005 – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA (DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO).....	100
TABELA 5.6 – MODELOS DE REGRESSÃO MULTIVARIADA DO AUMENTO NA ÁREA DESMATADA ENTRE 1997/98 E 2005 – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA (DADOS DE <i>SURVEY</i> ) .....	101
TABELA 5.7 – MODELOS DE REGRESSÃO MULTIVARIADA DO AUMENTO NA ÁREA DESMATADA ENTRE 1996 E 2005 – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA (DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO).....	102
TABELA 6.1 – CONSTRUÇÃO DOS BANCOS DE DADOS – TAMANHO DAS AMOSTRAS DE INTERESSE – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 1997, 1998 E 2005 .....	107

TABELA 6.2 – VARIÁVEIS INDICADORAS DAS CLASSES DE USO OU MUDANÇA NAS CLASSES DE USO DO SOLO, E ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS (MÉDIA E DESVIO-PADRÃO) PARA 1997/1998, 2005 E MUDANÇA ENTRE OS PERÍODOS – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA.....	109
TABELA 6.3 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE USO DO SOLO SEGUNDO SISTEMAS DE USO DA TERRA – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 1997, 1998 E 2005 .....	112
FIGURA 6.1 – MUDANÇA ABSOLUTA (2005 – 1997/98) NA PROPORÇÃO DO LOTE SOB DIFERENTES CLASSES DE USO DO SOLO POR TIPO DE SISTEMA DE USO – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 1997/98 E 2005.....	113
TABELA 6.4 – CARACTERÍSTICAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA DO LOTE POR SISTEMA DE USO DO SOLO – ÁREA DE ESTUDO E ALTAMIRA, 2005.....	115
TABELA 6.5 – MÉDIA DAS VARIÁVEIS-CHAVE PARA O MODELO DE CICLO DE VIDA MODIFICADO SEGUNDO OS SISTEMAS DE USO DO SOLO – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 2005.....	117
TABELA 6.6 – TESTE DE CORRELAÇÃO PAREADA ENTRE VARIÁVEIS-CHAVES DO MODELO DE CICLO DE VIDA MODIFICADO E AS CLASSES DE USO DO SOLO – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 2005 .....	119
FIGURA 6.2 – RELAÇÃO ENTRE ÁREA DO LOTE SOB USO COMERCIAL/NÃO-COMERCIAL E RAZÃO DE DEPENDÊNCIA DOMICILIAR POR TEMPO DE RESIDÊNCIA NO LOTE - ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 2005 .....	120
TABELA 6.7 - MODELOS DE REGRESSÃO MULTIVARIADA DOS SISTEMAS DE USO DO SOLO EM 2005 – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA (REGRESSÃO MULTINOMIAL LOGÍSTICA).....	128
TABELA 6.7 - MODELOS DE REGRESSÃO MULTIVARIADA DOS SISTEMAS DE USO DO SOLO EM 2005 – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA (REGRESSÃO MULTINOMIAL LOGÍSTICA).....	129
TABELA 6.8 – MODELOS DE REGRESSÃO MÚLTIPLA DAS CLASSES DE USO DO SOLO EM 2005 – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA (SISTEMA	

DE REGRESSÕES LINEARES APARENTEMENTE NÃO-RELACIONADAS – CLASSES EM HECTARES) .....	133
TABELA 6.8 – MODELOS DE REGRESSÃO MÚLTIPLA DAS CLASSES DE USO DO SOLO EM 2005 – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA (SISTEMA DE REGRESSÕES LINEARES APARENTEMENTE NÃO-RELACIONADAS – CLASSES EM HECTARES) .....	134
TABELA 6.9 – COEFICIENTES ESTIMADOS (MÍNIMOS QUADRADOS) DOS INDICADORES DO CICLO DE VIDA E DO LOTE SOBRE A ÁREA EM PERENES (HA.) – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 2005 .....	135
TABELA A1.A LISTAGEM DOS ESTUDOS EMPÍRICOS, REGIÕES DE ESTUDO, TAMANHO AMOSTRAL, TÉCNICAS DE ANÁLISE E VARIÁVEIS DEPENDENTES INDICATIVAS DO USO, COBERTURA E INVESTIMENTO NO SOLO EM ANÁLISES NO NÍVEL DO DOMICÍLIO NA BACIA AMAZÔNICA .....	168
TABELA A.1B RELAÇÕES EMPÍRICAS DO CICLO DE VIDA DOMICILIAR E DO LOTE E DO GRAU DE ENVOLVIMENTO AO MERCADO COM O USO, COBERTURA E INVESTIMENTO NO SOLO EM ANÁLISES NO NÍVEL DO DOMICÍLIO NA BACIA AMAZÔNICA .....	174
TABELA A.2 – DISTRIBUIÇÕES ABSOLUTA E MARGINAL DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS NA IDENTIFICAÇÃO DOS PERFIS EXTREMOS DE SISTEMAS DE USO DO SOLO E DELINEAMENTO DOS PERFIS EXTREMOS – ALTAMIRA, PA, 2005 .....	186
FIGURA A.1 – PARECER DO CONSELHO DE ÉTICA.....	190
FIGURA A.2 – OBJETIVOS DO PROJETO AMAZONIAN DEFORESTATION AND THE STRUCTURE OF THE HOUSEHOLDS .....	192
FIGURA A.3 - INSTRUMENTO UTILIZADO PARA A DESCRIÇÃO ESPACIAL DE PROPRIEDADES (DEP).....	194
QUADRO A.1 – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM AGRICULTORES SELECIONADOS SOBRE ORGANIZAÇÃO ESPACIAL DOS SISTEMAS DE USO DO SOLO – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA .....	195

FIGURA A.4 – TABELA DE USO/COBERTURA DOS LOTES EM 2005 (PARTE DO QUESTIONÁRIO <i>ECONOMIA E USO DA TERRA</i> ).....	196
FIGURA A.5 – TABELA DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DO LOTE EM 2004 (PARTE DO QUESTIONÁRIO <i>ECONOMIA E USO DA TERRA</i> ).....	197
TABELA A.3 - VARIÁVEIS INDICADORAS DA COBERTURA OU MUDANÇA NA COBERTURA FLORESTAL, E ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS (MÉDIA E DESVIO-PADRÃO) PARA 1997/1998, 2005 E MUDANÇA ENTRE OS PERÍODOS POR COORTE DE ASSENTAMENTO – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA .....	198
TABELA A.4 – ESTATÍSTICAS DECRITIVAS E CORRELAÇÃO ENTRE A COBERTURA FLORESTAL (DADOS DE <i>SURVEY</i> ) E OS FATORES EXPLICATIVOS – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 1997/98 E 2005.....	199
TABELA A.5 – ESTATÍSTICAS DECRITIVAS E CORRELAÇÃO ENTRE A COBERTURA FLORESTAL (DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO) E OS FATORES EXPLICATIVOS – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 1996 E 2005.....	201
TABELA A.6 – VALOR-P DOS TESTES DE MÉDIA ENTRE AS VARIÁVEIS COMPONENTES DOS SISTEMAS DE USO DO SOLO – TESTES POR DUPLAS DE SISTEMAS COMPARADOS – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 2005.....	203
TABELA A.7 – MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS DAS EQUAÇÕES RELATIVAS AOS MODELOS DE CLASSE DE USO DO SOLO – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA, 2005 .....	204
TABELA A.8 – MODELOS DE REGRESSÃO MÚLTIPLA DAS CLASSES DE USO DO SOLO EM 2005 – ÁREA DE ESTUDO DE ALTAMIRA (SISTEMA DE REGRESSÕES LINEARES APARENTAMENTE NÃO-RELACIONADAS – CLASSES EM PROPORÇÃO [%]) .....	205

## RESUMO

Neste trabalho argumentamos que a mudança na composição demográfica do domicílio rural (ponto-chave da teoria do ciclo de vida) é incapaz de prever a dinâmica do uso da terra em ambientes caracterizados pela crescente influência de instituições regionais e dos mercados. Assim, propusemos alterações na teoria do ciclo de vida, sugerindo que a influência da estrutura demográfica sobre a dinâmica de uso da terra decresce quanto maior a exposição dos domicílios e seus lotes rurais às influências de fatores exógenos a eles. Ademais, nosso modelo sugere que existe um ciclo do lote, distinto do ciclo de vida, mas que influencia a relação deste com o uso da terra. Assim, quanto maior a exposição dos domicílios ao ambiente de fronteira (ciclo do lote), menor a influência da composição demográfica (ciclo de vida) sobre o uso da terra em fronteiras consolidadas. Para testar nosso modelo, utilizamos dados com naturezas distintas: a) dados longitudinais socioeconômicos e de uso da terra no nível do domicílio para 402 propriedades rurais entrevistadas em 1997/1998 e revisitadas em 2005, numa região próxima a Altamira, Pará; b) descrições espaciais das propriedades e seus sistemas de uso do solo; c) entrevistas semi-estruturadas com proprietários rurais selecionados, e d) imagens classificadas de satélite sobre a cobertura do solo das 402 propriedades rurais, em 1996 e 2005.

Nossos resultados apresentam fraco suporte aos indicadores do ciclo de vida e do lote sobre a dinâmica do uso da terra. Fatores exógenos ao domicílio rural, em especial as características biofísicas do solo, as redes sociais e familiares e a integração aos mercados, emergem como fatores predominantes para explicar a mudança na paisagem no nível do lote rural. Apesar de menos consistente, obtivemos evidência da redução da influência do ciclo de vida sobre as estratégias de uso do solo na medida em que os domicílios aumentam seu tempo de exposição ao ambiente da fronteira. Por fim, o aumento das conexões com as áreas urbanas parece possibilitar às famílias a utilização da emigração seletiva como um instrumento de expansão informal do crédito ao investir a remessa de dinheiro por parte dos filhos em culturas agrícolas de alto valor comercial (como as perenes). O ciclo de vida e do lote, portanto, tem pouca capacidade de prever as trajetórias de uso do solo num ambiente caracterizado pelo pluralismo das estratégias de sobrevivência e pela predominância de fatores para além dos domicílios rurais.

---

**Palavras-chave:** Ciclo de vida, ciclo do lote, uso da terra, Amazônia, pós-fronteira.

## ABSTRACT

This study examines the ability of life cycle theory to predict land use and cover change in agricultural frontiers characterized by the growing influence of regional institutions and markets. Based on this post-frontier scenario, we propose a revisited life cycle model of land use/cover change, which suggests the declining influence of life cycle variables on land use strategies among rural households exposed to market influences. Furthermore, our model suggests an interaction between life cycle and lot cycle in influencing land use change. That is, the longer a household's time in the frontier, the smaller the influence of life cycle indicators on land use change in consolidated agricultural frontiers.

To test the proposed model, we use data from different sources and of different types: a) panel data on 402 rural lots in a settlement area near Altamira, Pará, interviewed in 1997/1998 and revisited in 2005; b) property sketch maps and its associated land use systems; c) semi-structured interviews with selected property owners, and d) land cover based on remote sensing of the 402 surveyed rural lots, for 1996 and 2005.

We find that life and lot cycle indicators do not adequately predict land use/cover change in our study site. To the contrary, they lose significance when exogenous drivers of land cover change, such as biophysical characteristics, social and familial networks and integration to markets, are added to the models. We also find some evidence of declining influence of life cycle indicators on land use strategies as rural households increase time on the lot - a proxy of exposure to frontier environment. Finally, the increasing level of connection to surrounding urban areas and family migration seem to be strategic responses to credit constraints, allowing rural households to invest financial remittances in commercial crops, compensating for the loss of family labor. Household life cycle and lot life cycle, therefore, show limited ability to predict land use trajectories in frontiers characterized by complex livelihood strategies and growing influences of forces beyond the boundaries of the rural households and their lots.

---

**Keywords:** Household life cycle, lot life cycle, land use, Amazonia, agricultural post-frontier.

# 1 INTRODUÇÃO

Diante do influxo de migrantes entre 1965 e 1990 para a Amazônia Brasileira, cresceu a preocupação por parte de ecólogos, ambientalistas e cientistas sociais sobre o futuro da Floresta Amazônica devido à publicizada associação entre expansão dos colonos, degradação ambiental e violência social (Simmons *et al.*, 2007; Fox & Brown, 1988). Assim, surgiu uma intensa discussão sobre a colonização de fronteiras e os problemas sociais e ambientais associados com o modelo de desenvolvimento adotado.

Essa discussão tem sido chamada de “teorias de fronteira”, nome herdado do trabalho original de Turner (1920). Entre elas, a teoria do ciclo de vida domiciliar, doravante chamada de “ciclo de vida”, tem sido a mais influente para explicar a evolução das fronteiras tropicais, em especial na Amazônia, a despeito das fracas evidências comprovando a sua validade empírica (VanWey, D’Antona & Brondízio, 2007; Walker *et al.*, 2002). Neste trabalho, procuramos responder à seguinte pergunta central: a mudança no ciclo de vida<sup>1</sup> é capaz de prever a dinâmica do uso/cobertura do solo em fronteiras agrícolas com crescente integração e influência dos mercados regionais (que implicam, por exemplo, em intensificação das relações rural-urbano via migração e oferta de trabalhos não-agrícolas) e nacionais/globais (que intensificam a demanda por *commodities* como, por exemplo, cacau e carne bovina)?

De acordo com essa teoria, os domicílios adaptam suas estratégias de sobrevivência e de uso da terra às suas demandas (necessidades de consumo) e à capacidade de ofertar trabalho domiciliar à medida que envelhecem<sup>2</sup>. Como, segundo a teoria original, não há mercado de produção e insumos, os domicílios tendem a usar a terra à exaustão até que novas terras precisem ser desmatadas para atender às necessidades de consumo com o aumento da densidade domiciliar (Ellis, 1993). Neste trabalho, propomos revisitar a teoria do ciclo de vida, partindo dos *insights* de Summers (2008) sobre o comportamento

---

<sup>1</sup> Neste trabalho, demos ênfase ao ciclo de vida domiciliar ao invés do estágio de vida, como instrumento analítico privilegiado de análise. A diferença entre ciclo e estágio de vida é bem estabelecida na sociologia; o primeiro representando etapas na *estrutura* de um domicílio relacionada com a influência de seu contexto sobre sua trajetória ao longo do tempo. O estágio de vida, por seu turno, representa o momento biológico, relacionado ao desempenho funcional do organismo vivo ao longo da vida (Elder, 1998).

<sup>2</sup> Esse é o mote do arcabouço originalmente formulado por Chayanov (Thorner, Kerblay & Smith, 1986).

produtivo das famílias de pequenos agricultores em ambientes de pós-fronteira<sup>3</sup>. Enquanto Summers (2008) discute a incapacidade do ciclo de vida em explicar as trajetórias de uso do solo em fronteiras consolidadas (onde as relações com as áreas urbanas e com os mercados são mais diretas e as redes sociais mais desenvolvidas), seu arcabouço não discute explicitamente como os ciclos de vida (aproximado pela estrutura sexual e etária domiciliar) e do lote (aproximado pelo tempo de residência na região) relacionam-se para influenciar as opções por sistemas de uso do solo específicos.

O estudo da influência do ciclo de vida sobre a mudança na paisagem torna-se relevante no presente cenário em que iniciativas públicas de desenvolvimento da estrutura viária<sup>4</sup> e a expansão do agronegócio em diversas partes da Amazônia podem contribuir para o deslocamento de agricultores em direção a áreas marginais. Essas mudanças institucionais e da reorganização produtiva podem ter um impacto sobre a paisagem da região ao tornar acessíveis vastas áreas de florestas primárias, estabelecendo condições para padrões migratórios e níveis de desmatamento não vistos desde os anos 1980 (Perz *et al.*, 2008). Visto também como um reflexo das estratégias de sobrevivência dos domicílios rurais, a dinâmica demográfica e sua relação com fatores exógenos ao lote representam um importante instrumento para intervenções públicas em fronteiras consolidadas.

Baseando-se numa combinação de elementos extraídos de diferentes teorias de fronteira, a alteração na teoria do ciclo de vida proposta neste trabalho sugere como premissa que a influência do ciclo de vida sobre a mudança no uso/cobertura do solo (*fator endógeno*<sup>5</sup>) torna-se menos relevante quanto maior o grau de exposição dos domicílios rurais e seus lotes às influências das forças de mercado (*fatores exógenos*). Esses fatores exógenos são entendidos como o resultado das fases de evolução da fronteira agrícola (*dimensão temporal*) que operam em níveis local, regional e nacional/global (*dimensão espacial*). Ao reconhecer a complexidade hierárquica e o caráter dinâmico das instituições que operam em fronteiras consolidadas, nosso modelo questiona a validade do pressuposto implícito aos modelos de ciclo de vida adaptados para as fronteiras agrícolas da Amazônia de que os domicílios de colonos chegam à fronteira com a mesma estrutura demográfica e ao longo

---

3 Definimos pós-fronteira como o espaço caracterizado pela crescente influência de centros urbanizados dentro da região Amazônica que, por sua vez, geram uma demanda crescente por produtos agropecuários e influenciam crescentemente os padrões de uso do solo entre os pequenos agricultores (Summers, 2008: 3).

<sup>4</sup> Por exemplo, com a IIRSA (*Initiative for Integration of Regional Infrastructure in South America*), 2009.

<sup>5</sup> Os termos “endógeno” e “exógeno” têm como referência o domicílio rural.

dos seus estágios de desenvolvimento seguem uma trajetória previsível de uso do solo. De acordo com o nosso modelo, ao contrário, a importância do ciclo de desenvolvimento domiciliar varia com a escala de análise e com o estágio de consolidação da fronteira.

No nível local, a influência do ciclo de vida sobre as estratégias de uso do solo depende diretamente do tempo de residência das famílias (chamado aqui de *ciclo do lote*, utilizando-se nomenclatura sugerida por Barbieri, Bilsborrow & Pan, 2005). Segundo esse arcabouço, quanto maior a exposição dos domicílios ao ambiente de fronteira, menor a influência da composição demográfica sobre o uso da terra. No nível regional, o desenvolvimento de instituições quase-econômicas, como as redes sociais e familiares, possibilita o ganho de capital social<sup>6</sup> capaz de compensar eventuais perdas de mão-de-obra familiar devido à emigração dos membros do domicílio. No nível nacional/global, nosso modelo sugere que a crescente presença dos mercados de venda da produção agropecuária e o aumento das oportunidades de trabalho não-agrícola afetam a capacidade dos indicadores de ciclo de vida em prever as mudanças no uso da terra.

Sob a perspectiva temporal, as influências do ciclo de vida e do lote (nível local) sobre o uso do solo tendem a se confundir nos estágios iniciais de assentamento. Em fronteiras consolidadas, no entanto, o ciclo do lote tende a predominar. Em termos gerais, o ciclo de vida tem maior influência sobre a cobertura do que sobre o uso do solo<sup>7</sup>, uma vez que as famílias precisam desmatar para produzir e isso depende, na fase inicial de assentamento, de mão-de-obra predominantemente familiar. O ciclo do lote, por seu turno, tem maior influência sobre os sistemas de uso do solo do que sobre o desmatamento<sup>8</sup>, pois a escolha pelo sistema mais apropriado depende do conhecimento adquirido ao longo do tempo sobre as características da terra (Barbieri, Bilsborrow & Pan, 2005) e sobre as instituições endógenas à região (VanWey, D'Antona & Brondízio, 2007). Por fim, ciclos de vida e do lote interagem de modo que o efeito da estrutura demográfica domiciliar sobre o uso da

---

<sup>6</sup> Para os propósitos desta tese, utilizamos o conceito de capital social de Bourdieu, relacionado aos benefícios auferidos pelos participantes de um grupo ou rede social. Capital social, portanto, representaria “o agregado dos recursos reais ou potenciais que estão associados à posse de redes duráveis de relações de ajuda e reconhecimento mútuas mais ou menos institucionalizadas” (Bourdieu, 1985: 248 – tradução nossa). Esses recursos adquiridos não necessariamente têm valor econômico ou são baseados em regras econômicas, pois o pertencimento a redes representam um potencial ganho de *status* e conhecimento que não podem ser diretamente monetizados (Portes, 1998).

<sup>7</sup> Chamemos essa proposição de Hipótese I.

<sup>8</sup> Chamemos essa proposição de Hipótese II.

terra declina quanto maior o tempo de residência no lote rural<sup>9,10</sup>. Nesse sentido, assumimos que os efeitos de idade (composição demográfica) e efeitos de coorte (tempo de residência no lote) não são simultâneos, como nos arcaouços tradicionais, embora sejam correlacionados.

Ainda sob a perspectiva temporal, a emergência e o fortalecimento das redes sociais e familiares (nível regional) relaxam restrições impostas aos domicílios rurais durante a consolidação do lote. Se a emigração de membros familiares para áreas urbanas é resultado de uma estratégia de investimento, esperamos que a perda de mão-de-obra domiciliar seja compensada pelas remessas de dinheiro desses membros emigrantes (Wouterse & Taylor, 2008), possibilitando a expansão das áreas sob cultivo comercial<sup>11</sup>. As redes sociais (participações em cooperativas e associações agrícolas) também têm um efeito correlato<sup>12</sup> ao prover informações, assistência técnica e crédito, necessários para o aumento da produtividade e para a seleção ótima do portfólio agrícola<sup>13</sup>.

Por fim, assumindo que o portfólio de uso do solo no nível do lote é uma resposta estratégica às influências exógenas [de mercado] (Yang & Choi, 2007), e que o desmatamento simboliza a necessidade imediata de apropriação do espaço (Walker & Homma, 1996), especulamos que a influência dos indicadores de integração ao mercado (níveis regional/nacional/global) é maior sobre os sistemas de uso do solo do que sobre o desmatamento<sup>14</sup>. A sensibilidade do uso da terra aos fatores externos ao lote torna-se ainda mais pronunciada em estágios avançados de consolidação.

Para responder a nossa pergunta central e testar as hipóteses sugeridas pelo nosso modelo adaptado, utilizamos uma combinação de dados longitudinais socioeconômicos e de uso da terra no nível do domicílio/lote para 402 pequenos proprietários entrevistados em

---

<sup>9</sup> Chamemos essa proposição de Hipótese III.

<sup>10</sup> Esse efeito iterativo é maior sobre as culturas comerciais do que sobre as culturas de subsistência, pois as primeiras seriam um resultado racionalmente planejado de produção utilizando o conhecimento biofísico do solo, as informações e o crédito, provenientes das redes sociais e familiares que se estabelecem e se desenvolvem ao longo do tempo (Wouterse & Taylor, 2008; Yang & Choi, 2007).

<sup>11</sup> Chamemos essa proposição de Hipótese IV.

<sup>12</sup> Chamemos essa proposição de Hipótese V.

<sup>13</sup> O efeito sobre o desmatamento é dúbio: positivo se o benefício for revertido para a utilização de tecnologias intensivas, ou negativo, se levar ao uso de técnicas de recuperação da produtividade e reutilização de áreas anteriormente degradadas ou abandonadas.

<sup>14</sup> Chamemos essa proposição de Hipótese VI.

1997/1998 e revisitados em 2005 na região de estudo próxima ao município de Altamira, Pará (Brondízio *et al.*, 2002). Usamos também descrições espaciais das propriedades com seus sistemas de uso do solo – elaboradas em co-participação com os proprietários locais da região da área estudo, e imagens classificadas de satélite e georeferenciadas no nível do lote (Lu *et al.*, 2008). Os dados são operacionalizados através de análise descritiva, aplicação do método *Grade of Membership* para a construção dos sistemas de uso do solo, regressões lineares para analisar a área desmatada e classes de uso do solo, modelos Tobit para analisar a proporção do lote sob diferentes classes de uso do solo, e modelos multinomiais aplicados à análise dos sistemas de uso do solo.

Nesta tese pretendemos verificar se as trajetórias de uso do solo são influenciadas pela incorporação do capital específico adquirido pela primeira geração de agricultores, representado pelo conhecimento sobre as propriedades biofísicas do solo e sobre as possibilidades de venda da produção. Esse conhecimento específico flexibiliza a restrição imposta pela oferta de trabalho domiciliar, liberando-a para estratégias alternativas de minimização de risco, como a diversificação da mão-de-obra familiar entre setores da economia (emprego em trabalho não-agrícola) e a especialização em culturas de alto valor comercial (Barbieri, Carr & Bilsborrow, 2009; Sherbinin *et al.*, 2008; Barbieri & Carr, 2005; Caviglia-Harris & Sills, 2005; Murphy, 2001; Murphy, Bilsborrow & Pichón, 1997).

Domicílios recém-chegados seriam mais dependentes de sua composição demográfica para compensar o limitado conhecimento sobre as características do solo, ao passo que domicílios antigos poderiam lançar mão de um maior nível de diversificação entre setores da economia, dado que o seu estoque de capital agrícola os permite optar pelo sistema de uso do solo que melhor se adapte às propriedades do solo<sup>15</sup> (Moran, Brondízio & VanWey, 2005).

Esta tese está organizada em sete capítulos, incluindo esta introdução. O segundo capítulo apresenta uma revisão crítica das principais teorias de fronteira agrícola, introduz nosso modelo revisitado e apresenta as principais evidências empíricas sobre ciclo de vida e uso da terra na Amazônia. Especificamente, o capítulo discute os arcabouços conceituais e os pressupostos dessas teorias e explora como as diferentes correntes teóricas predizem a

---

<sup>15</sup> VanWey, D'Antona & Brondízio (2007), no entanto, argumentam que essa relação é consistente apenas em fronteiras jovens, pois em áreas de assentamentos já consolidadas o efeito demonstração das melhores estratégias de uso do solo, baseadas nas características biofísicas das propriedades, cumpriu o papel de homogeneizar as decisões individuais sobre o que e quanto produzir.

situação das fronteiras em seu estágio de consolidação (pós-fronteira) no ambiente da Amazônia. Por terem aspectos complementares, a combinação dessas teorias nos leva a rever a teoria do ciclo de vida, de modo a incorporar elementos que emergem em um contexto de pós-fronteira. Esse contexto é caracterizado pela globalização e penetração das relações de mercado nas áreas rurais e pela crescente relação com as áreas urbanas, levando as regiões de assentamento originalmente lideradas pelo poder público a se tornarem um local cada vez mais influenciado pelas forças do mercado. O capítulo termina com um modelo adaptado sobre o ciclo de vida em ambiente de pós-fronteira, o qual distingue ciclo de vida (demográfico) de ciclo do lote (tempo de residência) e destaca a crescente importância da integração com o mercado sobre a modificação na paisagem dos lotes de pequenos proprietários rurais em fronteiras consolidadas.

No terceiro capítulo são detalhados a aquisição e o tratamento dos dados e os procedimentos metodológicos empregados. A seção sobre aquisição e tratamento dos dados discute sucintamente as características e organização do projeto *Amazonian Deforestation and the Structure of Households*, do qual os dados socioeconômicos e ambientais utilizados nesta tese são provenientes. Também são descritos os instrumentos de análise espacial empregados na construção das variáveis dependentes relativas aos modelos de regressão sobre uso e cobertura do solo. Por fim, o capítulo discute as técnicas utilizadas: regressões lineares e de variável instrumental para os modelos de desmatamento (objeto de análise do capítulo 5), e em seguida, o método *Grade of Membership* para a construção de perfis (sistemas) de uso do solo, empregados como variável dependente no modelo multinomial de sistemas de uso do solo (objeto de análise do capítulo 6).

O quarto capítulo discute as mudanças recentes na cobertura e no uso do solo da Amazônia, destacando as suas diferenças regionais e as suas trajetórias entre os pequenos agricultores em sua extensão brasileira. Esse capítulo é importante pelo fato de contextualizar a área de estudo utilizada nesta tese (região de Altamira, Pará) em relação às demais fronteiras da Amazônia. Para tanto, ao final do capítulo são sumarizadas as principais características da região de Altamira, Brasil Novo, Medicilândia e Uruará em termos de dinâmica demográfica, mercado de trabalho e de produção e os seus principais sistemas de uso do solo.

O quinto e o sexto capítulos descrevem as características sociodemográficas dos domicílios rurais, suas distintas trajetórias de desmatamento e seus sistemas de uso do solo. No quinto

capítulo são apresentados os modelos de desmatamento do lote, em que o modelo de ciclo de vida aqui sugerido é testado. Dois modelos são discutidos. No modelo geral, as variáveis de ciclo de vida e ciclo do lote aparecem como variáveis explicativas independentes, assim como nos modelos tradicionais. Um segundo modelo mais específico, desagregado por coortes de assentamento, testa a proposição feita na versão modificada, apresentada no capítulo 2, sobre a relação entre ciclo de vida e do lote para explicar mudanças no uso da terra.

O sexto capítulo testa o modelo de ciclo de vida modificado sobre os sistemas de uso do solo<sup>16</sup>. Esses sistemas são baseados na noção de produção multicultura (Walker *et al.*, 2002) e são construídos a partir da incorporação de três dimensões: tipo de cultura, escala de produção (quantidade produzida por cultura) e destinação da produção (subsistência/mercado/ambos). A utilização da informação desagregada por cultura, através do método *Grade of Membership*, permite definir casos mistos de produção conjunta, além de incorporar explicitamente a orientação da produção, fundamental para o arcabouço do ciclo de vida aqui sugerido.

Por fim, no sétimo capítulo, são apresentadas as considerações finais, incluindo um breve resumo dos resultados encontrados, as limitações do trabalho e as possibilidades futuras sobre o potencial das teorias de ciclo de vida e do lote para elucidar as estratégias de uso do solo na segunda geração de pequenos agricultores e nas gerações posteriores.

---

16 O nome “sistema de uso do solo” é proposital, de modo a diferenciá-lo do conceito de sistema agrícola, definido pelo Food and Agriculture Organization. Enquanto o sistema de uso é baseado nas classes de uso do solo e na quantidade e destino da produção agrícola, um sistema agrícola inclui outras dimensões, como o modo de produção e as relações de trabalho (Dixson, 2001).

## 2 ARCABOUÇO TEÓRICO: AS TEORIAS DE FRONTEIRA AGRÍCOLA

### 2.1 Fronteiras Agrícolas – conceituação e evolução

Definir ‘fronteira’ é uma tarefa complexa, pois seu conceito depende da característica utilizada para delimitar a sua função primária (Browder & Godfrey, 1997; Sawyer, 1984). Nesse sentido, pode existir uma fronteira política, econômica, agrícola, climática, extrativista, etc. (Campos, 2006: 47). Alguns estudiosos a entendem como o lugar de encontro entre o antigo e o moderno (Watts, 1992), outros como um jogo de disputa ou contestação de territorialidade recorrente entre atores sociais com interesses conflitantes (Little, 2001; Schmink & Wood, 1992), ou ainda como o limite espacial entre a agricultura de subsistência e a agricultura orientada para o mercado (Caldas *et al.*, 2007; Walker, 2003; Katzman, 1977).

É baseada nessa última definição que este capítulo se orienta, pois pretendemos discutir a capacidade da teoria do ciclo de vida em prever corretamente as trajetórias do uso do solo em um ambiente de pós-fronteira, ou seja, onde os domicílios rurais estão crescente e assimetricamente envolvidos com os mercados locais e regionais. Desse modo, é fundamental que a fronteira em questão seja uma fronteira agrícola com potencial comercial (Summers, 2008).

A tradição dos estudos de fronteira na área das ciências sociais ganhou relevo a partir dos trabalhos de Frederick Jackson Turner e Carl Sauer, que estudaram a formação, expansão e consolidação da fronteira oeste dos Estados Unidos (Sauer, 1925; Turner, 1920). Turner (1920) definia ‘fronteira’ como o limite mais ou menos contínuo entre o território assentado e as terras virgens. A tese turneriana traz dois elementos importantes: a) o determinismo do ambiente sobre a formação do caráter e das instituições dos povos de fronteira, e b) o evolucionismo material que daria base para as teorias de estágios de fronteira. Assim, a evolução da fronteira, segundo Turner, seria um processo replicável em diferentes contextos geográficos e estava imbuído claramente do conceito de progresso material – ponto central do desenvolvimento capitalista (Campos, 2006).

Sauer (1925), por outro lado, argumentava que a evolução de uma fronteira depende não somente de suas características geográficas, mas de processos históricos e culturais que constantemente moldam os seus estágios ao longo do tempo. Embora aceite a idéia de estágios, o autor questiona a linearidade e a replicabilidade da evolução de uma fronteira em contextos geofísicos e históricos distintos. A essa idéia de sucessão não-linear de fases, influenciada por mediadores culturais e históricos, Sauer dá o nome de “sucessão cultural” das fronteiras, que servirá de base para muitos estudos de fronteira posteriores no Brasil, em especial na Amazônia.

Se por um lado o conceito de Turner permitia analisar a dinâmica das fronteiras agrícolas a partir de estágios seqüenciais, o conceito de “sucessão cultural” de Sauer flexibilizava as noções de replicabilidade e irreversibilidade, implícitos na definição turneriana. Como será visto adiante, os reveses na dinâmica de várias fronteiras da Amazônia (em muitos casos descritos por trajetórias não lineares de surgimento – expansão – retração – reconstrução) favoreceu os arcabouços teóricos baseados no conceito de “sucessão cultural” (Schmink & Wood, 1992; Sawyer, 1984). A seção a seguir apresenta as principais teorias contemporâneas de fronteira, derivadas dos conceitos introduzidos por Turner e Sauer e adaptados ao contexto da Amazônia Brasileira, na tentativa de contextualizar as mudanças sociais e ambientais prevaletentes na região.

## **2.2 As fronteiras contemporâneas – arcabouços conceituais**

Esta seção procura revisitar as principais correntes teóricas e conceituais que descrevem as mudanças sociais e ambientais das fronteiras de pequenos agricultores. Summers (2008) classifica os arcabouços teóricos aplicados à Amazônia brasileira em quatro grupos: (1) estágios do ciclo de vida e das fronteiras, (2) geografia econômica e economia espacial, (3) teorias de economia política, e (4) fronteiras desarticuladas e contestadas.

Vários aspectos dessas diferentes teorias, ao invés de conflitantes, são comuns ou complementares e nos ajudam a elucidar o processo de mudança social e ambiental no contexto da Amazônia Brasileira. Daremos atenção especial à teoria do ciclo de vida domiciliar – talvez a mais influente nos estudos de mudança no uso/cobertura do solo na Amazônia, embora também sejam destacados importantes aspectos da influência externa dos mercados (advinda da geografia econômica) e do processo de consolidação (inserida

na idéia da teoria dos estágios) como importantes mediadores das estratégias de uso da terra. Baseando-se nessa revisão, apresentamos um modelo de ciclo de vida modificado que incorpora os elementos discutidos em um arcabouço integrado. Com isso, descrevemos de forma mais fidedigna as decisões de uso da terra no nível do domicílio diante de uma realidade de pós-fronteira, característica de várias regiões da Amazônia, incluindo a área de assentamento em torno de Altamira. Concluímos o capítulo com uma revisão das evidências empíricas sobre ciclo de vida e integração com os mercados para diferentes fronteiras agrícolas da Amazônia.

### ***A teoria do ciclo de vida domiciliar***

De acordo com a teoria do ciclo de vida, aplicada aos estudos de fronteira, as decisões sobre uso da terra ocorrem no nível do domicílio<sup>1</sup> e é a mudança nas fases do ciclo de vida doméstico que explica a mudança no uso/cobertura do solo. Quando as instituições de mercado são pouco desenvolvidas ou inexistentes, a capacidade de ofertar mão-de-obra é o fator chave para determinar o nível de produção domiciliar que atenda aos seus requisitos de consumo (Ellis, 1993; Singh, Squire & Strauss, 1986). A mudança na fronteira, portanto, pode ser compreendida a partir da agregação das decisões tomadas no nível domiciliar em relação ao principal recurso disponível: a mão-de-obra familiar (Caldas *et al.*, 2007).

A teoria do ciclo de vida tem sido central para muitos estudos que analisam as estratégias de uso do solo entre pequenos agricultores na Amazônia (por exemplo, WanWey *et al.*, 2007; Perz, Walker & Caldas, 2006). Os atuais modelos têm como base o arcabouço demográfico sugerido por Chayanov (Caldas *et al.*, 2007; Walker, 2003). Segundo Chayanov (Thorner, Kerblay & Smith, 1986), a extensão de terra cultivada depende do número de adultos e de dependentes em um domicílio rural, ao determinar sua capacidade de trabalho e sua necessidade de consumo. Como a *razão trabalhador/consumidor* (RTC) é uma função direta da estrutura etária domiciliar, e essa estrutura modifica-se ao longo do tempo, Chayanov conclui que em domicílios com uma grande quantidade de adultos e/ou poucas crianças e idosos, a RTC é elevada, possibilitando maior alocação de trabalho para as atividades agropecuárias (Hammel, 2005; Thorner, Kerblay & Smith, 1986).

---

<sup>1</sup> Diferentemente das perspectivas seguintes, que enfatizam a influência de fatores *exógenos* à unidade domiciliar.

O arcabouço sugerido por Chayanov é baseado em quatro pressupostos principais: a) a terra tem custo desprezível; b) a tecnologia de produção é constante; c) toda a produção é consumida pelo domicílio, sem acumulação de capital; d) não há integração da economia domiciliar com os mercados (Walker & Homma, 1996; Ellis, 1993; Netting, 1993; Singh, Squire & Strauss, 1986; Thorner, Kerblay & Smith, 1986).

As condições impostas pelo arcabouço de Chayanov são demasiadamente restritivas quando aplicadas à Amazônia brasileira contemporânea (Perz, 2001). Em primeiro lugar, os agricultores de fronteira são, em geral, migrantes em busca de algum tipo de ascensão social e material (Schneider, 1995; Ross, 1978). Em segundo lugar, há evidências de que várias fronteiras da Amazônia estão se integrando comercialmente com a economia nacional e global<sup>2</sup> (Plantão, 2009; Brondízio, 2008; Araújo, Silva & Midlej, 2005). Em terceiro lugar, estudos<sup>3</sup> sugerem que, no contexto da Amazônia, é comum a prática de venda e contratação de mão-de-obra paga entre os agricultores durante períodos críticos, como na derrubada de mata virgem, no período de plantio e de colheita e na fase de limpeza do pasto (Aldrich *et al.*, 2006; Perz, 2001).

Vários autores (Caldas *et al.*, 2007; Walker, 2004; McCracken *et al.*, 1999; Walker & Homma, 1996, CAT, 1992) reconheceram essas limitações ao associar o modelo demográfico à teoria de produção domiciliar, que reconhece a existência dos mercados. Segundo esses estudos, a mudança na composição demográfica, ao alterar a RTC, modifica a disposição em relação à tomada de risco e à poupança para cada tipo específico de cultura<sup>4</sup>. Esse é um ponto fundamental que diferencia o modelo original de Chayanov dos modelos contemporâneos sobre ciclo de vida e uso da terra. Para o primeiro, o domicílio tem o objetivo de maximizar o lazer, uma vez atendidos os requisitos de subsistência. Para os últimos, o domicílio passa a maximizar não somente o tempo livre, como também o excedente de produção para o mercado (Walker, 2004). Assim, num cenário de pós-

---

<sup>2</sup> Na Amazônia Equatoriana, por exemplo, 85% das famílias de agricultores tinham ao menos parte de sua produção agrícola vendida no mercado (Pichón, 1997b).

<sup>3</sup> A utilização de mão-de-obra paga pode atingir 60% dos domicílios agrícolas na Amazônia Equatoriana (Barbieri, Bilsborrow & Pan, 2005; Bilsborrow, Barbieri & Pan, 2004) e é também bastante difundida em regiões da Transamazônica, como na área em torno de Altamira, influenciando positivamente a área sob cultivo de perenes e o desmatamento (Caldas *et al.*, 2007: 97; Aldrich, 2006).

<sup>4</sup> Como exemplo, a opção por criação de gado representa, em contextos de fronteira, uma forma de poupança de alta liquidez e um instrumento utilizado como colateral na obtenção de crédito, ao mesmo tempo em que é limitada pela disponibilidade de mão-de-obra necessária para converter mata em pasto (Walker & Homma, 1996).

fronteira, o indivíduo passa a procurar um excedente e começa a atuar com uma lógica essencialmente econômica, seja através da maximização do lucro, da minimização do risco ou de ambos (Ellis, 1993).

O processo inicia-se com a chegada de um jovem casal de colonos à fronteira e com a limpeza do lote. Inicialmente, o domicílio rural especializa-se na produção de culturas anuais, que possuem um retorno de curto prazo e representam uma fonte de baixo risco<sup>5</sup>. Dada a abundância de terras e a limitação inicial de capital, o domicílio abre novas áreas a cada ano para manter a produção mínima de subsistência. À medida que o estoque de mão-de-obra domiciliar se eleva, há um aumento do investimento em atividades de caráter comercial (perenes e gado). A venda da produção nos mercados locais, ao capitalizar o domicílio rural, possibilita o reinvestimento na produção, intensificando suas relações com o mercado ao longo do tempo (Walker & Homma, 1996). McCracken *et al.* (1999) consideram ainda que, no estágio avançado do ciclo de vida (caracterizado por domicílios multigeracionais ou de segunda geração), o desmatamento desaparece e há um aumento da área destinada à sucessão secundária, representando um investimento em madeira para a segunda geração.

McCracken *et al.* (1999), Perz & Walker (2002) e Caldas *et al.* (2003) sugerem a localização do ciclo de vida tendo por base as seguintes variáveis: idade do chefe, tempo de residência, composição demográfica e razão de dependência. A idade do chefe indica a experiência no desempenho de alguma atividade produtiva que independe da experiência adquirida na região. O tempo de residência representa o grau de exposição dos agricultores ao ambiente biofísico e às instituições locais, e corresponde a um conhecimento específico à fronteira. A composição demográfica é representada pelo número de idosos, crianças e adultos, da qual é derivada a razão de dependência, e afeta a capacidade do domicílio de prover mão-de-obra bem como de atender suas necessidades de consumo.

Nas últimas duas décadas tem-se verificado um interesse crescente por evidências sobre o comportamento ou motivação dos agentes (domicílios) no processo de desmatamento em ambientes de fronteira (Rindfuss *et al.*, 2007). Esse interesse é justificado pelo potencial de impacto da atividade agrícola familiar sobre o desmatamento, (Gianezini, 2003; Walker,

---

<sup>5</sup> A cultura de anuais (tal como arroz, mandioca, feijão e milho) é considerada de baixo risco por dois motivos principais: a) o tempo gasto entre plantação e colheita é curto, e b) os requisitos de fatores de produção (capital e trabalho) são baixos (Perz, 2001).

Moran & Anselin, 2000). Em consequência, modelos motivacionais foram propostos (Caldas *et al.*, 2007, 2003; Walker, 2004, 2003, 1999). Esses modelos têm como principal contribuição o argumento de que as estratégias de uso do solo dos domicílios rurais são uma resposta racional<sup>6</sup> à relação entre fatores endógenos (composição demográfica e tempo de residência) e exógenos (políticas de crédito, penetração dos mercados) à unidade doméstica. Em estágios iniciais, quando a capitalização do domicílio é baixa, a especialização em anuais é a escolha ótima, uma vez que o risco é menor e as necessidades imediatas de consumo são maiores. Com o ganho de experiência e com um nível mais elevado de capitalização, os domicílios tendem a se especializar em atividades de maior retorno, mesmo que representem mais risco.

A principal contribuição da teoria do ciclo de vida para os estudos de fronteira foi o de adicionar uma dimensão temporal ao processo de mudança social e ambiental das fronteiras agrícolas. Por outro lado, a teoria assume um comportamento homogêneo por parte dos domicílios em cada estágio do ciclo de vida. Se, por um lado, esse pressuposto permite prever trajetórias de uso do solo, ele ignora importantes mudanças institucionais que caracterizam o ambiente de pós-fronteira e modificam as preferências e os horizontes de planejamento das famílias de agricultores e das gerações que as sucedem. Em especial na Amazônia, onde várias fronteiras evoluem de forma não-linear (com ciclos de abertura, expansão e retração) e as relações com os mercados ocorrem de forma assimétrica (alguns produtores estão conectados com mercados globais, enquanto outros produzem prioritariamente para subsistência), esses pressupostos tornam-se irrealistas e dificultam a aderência da perspectiva teórica à realidade contemporânea da região.

Ademais, a segunda geração beneficia-se de um estoque de capital diferente do encontrado pela primeira geração no momento da colonização. A mudança nas condições iniciais (capital físico, monetário e informacional) afeta a capacidade do ciclo de vida de prever as trajetórias de uso do solo ao relaxar as restrições impostas pela oferta de mão-de-obra familiar (Barbieri, Carr & Bilsborrow, 2009). As próximas abordagens discutem essas mudanças institucionais e a forma como afetam as estratégias de uso da terra entre os pequenos agricultores da região.

---

<sup>6</sup> Com base em minimização de risco (Rosenzweig & Stark, 1989; Stark & Lucas, 1988).

### *A abordagem dos estágios de fronteira*

A abordagem dos estágios de fronteira é derivada da teoria do ciclo de vida, porém em uma escala de análise mais ampla. Ao invés de ter o domicílio rural como unidade de análise, essa abordagem utiliza uma fronteira inteira (como uma região de assentamento, por exemplo) para explicar o seu desenvolvimento ao longo do tempo. Essa perspectiva teórica compartilha com a teoria do ciclo de vida domiciliar a ideia de que a fronteira evolui em fases que se sucedem, respondendo à experiência, necessidades e recursos disponíveis pelos domicílios (Moran, 2008; Henkel, 1982).

Esse arcabouço é baseado no conceito de ciclos de desenvolvimento de fronteiras e descreve a dinâmica do ambiente institucional que acompanha a evolução da região. Henkel (1982) sugere que as fronteiras passam por quatro estágios: o estágio pioneiro, o estágio da comercialização, o estágio do abandono e, por fim, o estágio da consolidação e revitalização. O primeiro estágio corresponde ao início do processo de colonização, com a chegada das famílias de agricultores. Nesse estágio predominam altas taxas de desmatamento e produção de anuais para subsistência. O estágio da comercialização é caracterizado pelo crescente envolvimento das famílias com os mercados locais em desenvolvimento, gerando novas possibilidades de venda da produção, de especialização em culturas de alto valor comercial e de troca de mão-de-obra entre setores da economia. No estágio do abandono, as famílias, frente à limitada base de recursos, à disponibilidade de terra e à escassez de mão-de-obra, abandonam a terra com fertilidade em declínio e avançar para novas frentes rurais. No estágio da consolidação e revitalização, os lotes abandonados são comprados por grandes fazendeiros ou empresas rurais ou incorporadas pelos colonos sobreviventes. A penetração de empresas capitalistas na fronteira tende a injetar novas tecnologias, elevar a produtividade e capitalizar a região.

O modelo de Henkel foi posteriormente adaptado à Amazônia (Moran *et al.*, 2006). Moran (1991, 1989) discute que as fases de evolução da fronteira da Transamazônica são caracterizadas por uma sucessão de estratégias de adaptação dos domicílios aos ciclos de mudança da região. Para ele, enquanto os colonos iniciais enfrentaram condições adversas (floresta a desmatar, escassez de mão-de-obra e de capital e baixa escolaridade), as coortes de assentamento mais novas beneficiaram-se de um novo contexto em que a posse de títulos de propriedade é mais comum, a integração com os mercados já está mais

desenvolvida, tecnologias alternativas estão disponíveis e há um contingente de mão-de-obra paga com conhecimento adquirido sobre as características biofísicas da região<sup>7</sup>. As novas coortes, portanto, tendem a se especializar em culturas comerciais, adaptando-se a um ambiente no qual as relações rural-urbano e a transição da economia de subsistência para a economia de mercado são mais fluidas.

Outros autores (ver Findley, 1988, por exemplo) prevêem um cenário diferente no processo de transição entre a fase pioneira e a fase de consolidação. Diferentemente do processo de adaptabilidade observada por Moran (1991, 1989), Findley sugere que a dificuldade em manter a terra produtiva em muitas fronteiras leva as regiões a experimentar altas taxas de emigração e uma rápida consolidação de terras nos estágios finais. Estudos recentes apresentam evidências opostas a essa trajetória, mostrando que em determinadas fronteiras há uma maior tendência à fragmentação do que consolidação, e que a emigração parece responder a estratégias de sobrevivência, com parte dos familiares permanecendo na fronteira e outros migrando para as cidades em busca de empregos não-agrícolas ou estabelecendo novos lotes<sup>8</sup> (Barbieri, Carr & Bilsborrow, 2009; Ludewigs & Brondízio, 2009).

A abordagem dos estágios da fronteira, portanto, prevê uma dinâmica para as áreas de fronteira esquematizada em fases, partindo da fase pioneira até chegar à fase de consolidação/revitalização. Assim como ocorre na teoria do ciclo de vida, essa abordagem assume três pressupostos restritivos: (1) os domicílios dos colonos migram para a fronteira ao mesmo tempo, ignorando as evidências de que o processo de colonização pode se estender por mais de duas décadas (Smith, 1982; Moran, 1981); (2) o domicílio nuclear é a figura-chave como elemento de colonização da fronteira, desconsiderando importantes arranjos alternativos, como compartilhamento de residências de colonos e meeiros num mesmo lote (D'Antona, VanWey & Hayashi, 2006); e, (3) o último estágio é bem caracterizado, impossibilitando cenários alternativos, como na trajetória de transição geracional, em que não há abandono, consolidação ou fragmentação, mas apenas mudança

---

<sup>7</sup> Há evidências adicionais sobre a evolução das fronteiras na Amazônia e sua relação com indicadores de saúde e prevalência de malária (ver, por exemplo, Barbieri, Sawyer & Soares-Filho, 2005).

<sup>8</sup> Como exemplo, D'Antona, VanWey & Hayashi (2006) & Ludewigs *et al.* (2009) sugerem que alguns membros do domicílio, ao atingirem a fase adulta, migram para outro lote na região, em geral próximo, e incorporam esse lote na estratégia conjunta de uso do solo da família. Isso facilita a especialização de culturas no nível do lote, enquanto os benefícios são auferidos por todos os membros da família, embora em domicílios e lotes distintos.

no controle da propriedade rural dos pais para os filhos. A principal contribuição dessa teoria é informar dinamismo às fronteiras, adicionando uma dimensão temporal não somente aos domicílios, mas às próprias instituições que se estabelecem no interior e no entorno das fronteiras agrícolas. Esse dinamismo institucional nos possibilita argumentar a respeito da influência de fatores regionais sobre as estratégias de uso do solo ao longo do tempo (Figura 2.1, painel a, adiante).

### ***A perspectiva da geografia econômica e espacial***

As perspectivas baseadas na geografia econômica e espacial baseiam-se em princípios espaciais explícitos, como a distância do produtor ao mercado e as taxas marginais de retorno específicas por produto agrícola. Essas perspectivas assumem um desenvolvimento linear da fronteira baseado na eliminação das diferenças regionais dos mercados no longo prazo à medida que os fluxos de bens, serviços e fatores de produção são livremente intercambiados (Hoselitz, 1963). Como consequência, todas as formas de atrito são tidas como barreiras ao desenvolvimento. O investimento em infra-estrutura (especialmente a expansão da estrutura viária) é uma das principais formas previstas por essas perspectivas para facilitar a troca de recursos entre as regiões e acelerar o processo de redução das assimetrias regionais<sup>9</sup>.

Aplicada à organização do uso do solo em fronteiras agrícolas, a teoria da geografia econômica e espacial argumenta que os sistemas de uso do solo são uma função direta da receita<sup>10</sup> obtida com o cultivo de cada cultura agrícola. Os modelos de *bid-rent* (Thünen, 1966 [1826]) destacam o papel do acesso aos mercados (e custos de transporte) para determinar o uso ótimo do solo. Como os custos variam com a perecibilidade e a dificuldade de manejo, cada cultura apresenta seu próprio retorno dentro de um limite espacial de cultivo comercial. Assim, a qualquer distância, a cultura que retorna a maior receita é cultivada e a estrutura espacial de uma região passa a ser determinada pelo conjunto das curvas de receita obtida pelas diferentes culturas.

---

<sup>9</sup> É importante destacar que esses arcabouços não prevêm uma equalização do uso do solo em diferentes regiões, mas do bem-estar.

<sup>10</sup> Receita (*rent*) corresponde à diferença entre o valor de mercado dos produtos agrícolas menos os custos de produção e de transporte até o mercado de venda (Summers, 2008).

Desse modo, propriedades rurais próximas aos centros urbanos são usadas para o cultivo de culturas de maior valor comercial e de alta perecibilidade (como tomates, frutas, entre outras). Terras mais afastadas do mercado são usadas para culturas de menor valor comercial e de menor perecibilidade (como melões, batatas e gado) ao passo que terras em áreas marginais serão destinadas a agricultura de subsistência (Walker, 2003; Thünen 1966 [1826]). A principal predição desses modelos é a de que os lotes em áreas de menor acessibilidade especializam-se na produção para auto-consumo, ou combinam culturas anuais e criação de gado, uma vez que o gado pode se transportar até o mercado (VanWey, Guedes & D'Antona, 2008).

Vários estudos confirmam a importância do tamanho e a distância ao mercado para a organização do uso do solo (VanWey, Guedes & D'Antona *et al.*, 2008; Andersen *et al.*, 2002; Almeida & Campari, 1995). Em consequência, alguns autores propõem a expansão e a melhoria das vias de acesso em áreas previamente colonizadas nas regiões de fronteira como uma forma de elevar o preço da terra e de reduzir o preço de produtos alimentícios nas áreas urbanas (Pfaff *et al.*, 2009, 2007). A melhoria do preço e a redução dos custos possibilitariam a intensificação tecnológica e o melhor uso do solo, desencorajando práticas de manejo ambientalmente não-desejáveis (Andersen *et al.*, 2002). Esses estudos são importantes por elucidar o papel da infra-estrutura regional (especialmente das estradas) e dos mercados no processo de formação e desenvolvimento das fronteiras (Pan *et al.*, 2007; Walker *et al.*, 2002). Isso nos possibilita argumentar que o aumento da integração entre áreas rurais e urbanas reduz a influência dos ciclos de vida e do lote e aumenta o efeito das forças exercidas pelo mercado sobre a organização do uso da terra (Figura 2.1, adiante).

### ***As perspectivas da economia política***

As perspectivas baseadas em economia política possuem em comum a noção de que a penetração das relações capitalistas de produção na economia camponesa (ou de pequenos agricultores) tende a expulsar essa população rural de seu contexto. Nesse sentido, essas teorias dão relevo especial ao caráter sociopolítico das relações de produção e têm sido usadas por vários cientistas sociais interessados nas fronteiras Amazônicas (Becker, 1999; Bunker, 1985; Sawyer, 1984; Foweraker, 1981) como instrumento para explicar a penetração do capitalismo e as consequências sociais para os povos da região.

As teorias de fronteira baseadas em economia política podem ser divididas em três grupos principais, segundo Browder & Godfrey (1997): 1) as perspectivas da penetração capitalista; 2) os modelos de articulação intersetorial; e, 3) as teorias dos sistemas mundiais. A primeira destaca o papel desempenhado pela expansão do modo de produção capitalista sobre as áreas rurais. No Brasil, Donald Sawyer representa a principal voz dessa perspectiva teórica (Little, 2001; Sawyer, 1987, 1984). Seu modelo de ciclos de mudança demográfica e econômica destaca que, diferentemente das teorias turnerianas de evolução e progressão linear, as fronteiras da Amazônia são frequentemente moldadas pela expansão e retração das forças capitalistas na região, criando áreas de crescimento, estagnação e completo abandono e, em alguns contextos, fronteiras especulativas, nas quais o único interesse é o estoque de valor, e não a produção em si<sup>11</sup> (Bunker, 1985; Sawyer, 1984). No geral, a perspectiva de penetração capitalista prevê a formação de fronteiras demograficamente vazias na medida em que as famílias de pequenos agricultores são expulsas e repostas por outras formas de produção capitalista (tecnologias e usos do solo poupadores de mão-de-obra). Essa perspectiva é importante para este estudo por ajudar a entender como influências externas relacionadas à penetração do capital nas áreas rurais contribuem para a tomada de decisão sobre o uso do solo no nível domiciliar.

A segunda perspectiva, baseada num modelo de articulação intersetorial, prevê a organização das áreas de fronteira como uma região especializada no provimento de produtos agrícolas de modo extensivo para servir aos setores mais desenvolvidos da economia. As relações tradicionais de uma economia camponesa persistem em decorrência de seu papel no processo de acumulação de capital para os setores industriais (mantendo os salários das áreas rurais baixos com um fornecimento contínuo de bens agrícolas). Pompermayer (1979), ao adaptar esse modelo ao contexto das fronteiras agrícolas da Amazônia Brasileira, sugere que a mudança na função desempenhada pelo gado, de subsistência para venda comercial, ocorreu sem alteração no sistema de produção (usando áreas extensas com baixa tecnologia). Assim, essa perspectiva prevê um cenário diferente da perspectiva da penetração capitalista: mudança progressiva das atividades agropecuárias

---

<sup>11</sup> Uma contribuição adicional desses autores foi a de explicar como a penetração capitalista no campo em áreas do Sul e Sudeste brasileiros, em especial no Paraná e Rio Grande do Sul, contribuiu para um forte fluxo migratório nos anos 1970 e 1980 em busca de oportunidades abertas pelas novas fronteiras agrícolas da Amazônia (Sawyer, 1984; Foweraker, 1981).

de subsistência para a produção de *commodities* orientadas para o mercado, sem alteração na estrutura do modo de produção vigente<sup>12</sup>.

A terceira perspectiva tenta explicar a evolução e expansão das fronteiras agrícolas como um reflexo de um processo mais amplo de expansão internacional do capitalismo e sua consequente divisão internacional do trabalho (Bunker, 1985). Assim, essa perspectiva prevê que as fronteiras continuarão a servir como fonte de produtos *in natura* e como um mercado potencial para os produtos das regiões centrais. Brondízio (2008), baseando-se nesse argumento, sugere que vários pequenos produtores de culturas comerciais agrícolas na Amazônia, como os produtos de açaí em Ponta de Pedras (PA), respondem crescentemente a uma demanda nacional e internacional pelo produto, embora recebam um baixo valor pela produção. Esse baixo valor não permite que a economia local desenvolva instituições endógenas suficientemente fortes para prover a seus moradores meios de alterar suas relações de produção para métodos mais eficientes. Com as restrições de capital e crédito, os produtores usam os pequenos ganhos para comprar mão-de-obra barata (meeiros e trabalhadores pagos por hora), ao invés de tecnologias mais produtivas. Nesse cenário, apesar da oferta de trabalho domiciliar não ser fundamental para explicar a expansão da área cultivada, devido à presença de um estoque de mão-de-obra local de baixo custo, as questões relativas à sustentabilidade ambiental tornam-se um ponto central.

Em resumo, a pós-fronteira, para essas perspectivas, é caracterizada pela exaustão dos recursos naturais, o que dificulta a recuperação do solo. Parte dos agricultores é obrigada a migrar para novas regiões (abrindo novas fronteiras ou servido de mão-de-obra barata para outros agricultores locais) ou para as cidades, reproduzindo a condição de subdesenvolvimento e dependência (Sawyer, 1984; Foweraker, 1981). Os que sobrevivem respondem cada vez mais à demanda externa por produtos agrícolas comerciais sem, no entanto, alterar a forma de produção tradicional - extensiva em terras e intensiva em mão-de-obra (Pompermayer, 1979). Essa forma de produção, como visto, é a condição fundamental que sustenta as teorias do ciclo de vida, a qual destaca o papel central da mão-de-obra familiar num contexto de abundância de terras.

---

<sup>12</sup> Esse cenário ilustra a região em torno de Altamira, uma vez que a produção de anuais tem declinado e a produção de perenes com alto valor comercial (cacau) e criação de gado comercial tem predominado na paisagem da região (Plantão, 2009; Walker, Moran & Anselin, 2000). De acordo com Arero (2004), a produção de cacau é predominantemente baseada em mão-de-obra familiar ou com participação de meeiros; a elevada produtividade, portanto, seria resultado de uma combinação favorável de solos férteis e abundância de água.

A permanência da organização da produção agrícola baseada em mão-de-obra familiar, mesmo quando os domicílios rurais estão envolvidos com a produção comercial, permite argumentar que o efeito do ciclo de vida sobre as estratégias de uso da terra é relevante em ambientes de pós-fronteira, embora tenha seu papel reduzido (Figura 2.1, adiante). Ademais, arranjos informais de mão-de-obra (como a “troca de dias”, discutida no capítulo 6) possibilitam a produção comercial intensiva em mão-de-obra e utilizando poucos recursos tecnológicos.

### *As fronteiras contestadas e desarticuladas*

Alguns autores, baseados em uma visão mais pluralista da dinâmica das fronteiras, criticam a utilização de conceitos de evolução linear e do determinismo ambiental/estrutural para explicar a conformação e evolução das fronteiras Amazônicas (Simmons *et al.*, 2007; Browder & Godfrey, 1997; Schmink & Wood, 1992). Por um lado, sua dinâmica é interpretada como o resultado da inter-relação (e confronto) entre diversos atores sociais (colonos, nativos, mineiros, pecuaristas, elites locais, etc.) competindo por recursos, o que leva à formação de uma miríade de fronteiras contestadas por esses agentes. Por outro, a pluralidade de fatores que ocorrem em diferentes escalas (influências dos mercados regionais e nacional e a demanda por fatores de produção por parte de outros países) tem influências distintas sobre a paisagem tanto ao longo do tempo quanto no espaço (Browder & Godfrey, 1997).

Browder & Godfrey (1997), por exemplo, propõem um modelo de expansão da fronteira que questiona a capacidade das teorias de penetração capitalista e a perspectiva da economia espacial em explicar a diversidade das fronteiras na Amazônia, interpretada como um processo de expansão desarticulado da economia nacional brasileira. Segundo os autores, essa desarticulação regional cria um complexo de fronteiras sobrepostas, cada qual tendo uma dinâmica própria. Wood (2002), partindo dessa visão pluralista das fronteiras amazônicas, propõe um arcabouço conceitual hierárquico que organiza essa heterogeneidade de fatores em um sistema coerente das causas e conseqüências da mudança no uso do solo. Conforme o autor, o uso do solo em um dado momento é o resultado de decisões tomadas pelos domicílios e pelas firmas num contexto em que forças operantes em níveis hierárquicos superiores (nacional e global) afetam as suas decisões no nível local. A principal contribuição desse arcabouço é o de organizar em uma estrutura

hierárquica o conjunto de fatores socioeconômicos e biofísicos e os processos sociopolíticos que impactam a mudança da paisagem no nível do domicílio ao mesmo tempo em que explicita a inter-relação entre as diferentes escalas e tipos de determinantes.

A perspectiva das fronteiras contestadas e desarticuladas nos permite trabalhar com o conceito de não-linearidade ao discutir como aspectos temporais e espaciais interferem assimetricamente nas decisões dos agricultores, criando uma multiplicidade de sistemas de uso do solo em diferentes fronteiras agrícolas. De acordo com esses arcabouços, a influência de mercados em diferentes escalas e suas interações com os elementos locais afetam o comportamento e a motivação dos domicílios sobre como, o quê, e quando produzir. Essa influência exógena e não-linear aos domicílios agrícolas sobre o uso da terra tem implicações sobre a capacidade do ciclo de vida em, por si só, continuar a prever a dinâmica da paisagem em fronteiras consolidadas e, principalmente, em servir como uma teoria capaz de replicar as experiências de uma fronteira em todas as demais.

### **2.3 Um modelo de ciclo de vida revisitado**

Baseando-se na noção de fluidez da relação rural-urbano com o avanço do capitalismo no campo, e na visão não-linear e desarticulada da integração das fronteiras com as demais escalas hierárquicas de mercado (regional, nacional e global), apresentamos nesta seção uma versão modificada do modelo de ciclo de vida, incorporando as dimensões de tempo, espaço e escala, já introduzidas pelo modelo de ciclo de vida de Summers (2008). Embora o modelo de Summers reconheça as mudanças trazidas pelo ambiente de pós-fronteira, ele não discute explicitamente como a inter-relação entre ciclo do lote e ciclo de vida afeta o poder explicativo da estrutura demográfica domiciliar sobre as estratégias de uso do solo em fronteiras agrícolas ao longo do tempo (fases/estágios) e no espaço (níveis hierárquicos).

A versão aqui sugerida parte de um modelo tradicional de ciclo de vida. Nessa versão, damos especial atenção a dois pontos fundamentais: a) como os fatores exógenos ao domicílio rural interferem na capacidade de sua composição demográfica influenciar as estratégias de uso do solo e, b) como o tempo de residência influencia a capacidade do ciclo de vida biológico do domicílio em prever trajetórias de uso da terra. Nossa versão admite que a dinâmica da fronteira possa ser descrita por fases; no entanto, essas fases não

ocorrem linearmente, como na versão turneriana e no arcabouço de estágios da fronteira. Ao contrário, as diferentes e crescentes influências dos níveis macro (nacional/global) e meso (regional) e seus reveses ao longo do tempo criam uma dinâmica própria a cada fronteira (Browder & Grodfrey, 1997; Bunker, 1985; Sawyer, 1984).

Assim, em cada fase (na mesma fronteira), ou em cada fronteira (em fases diferentes), a conexão com cada um desses níveis hierárquicos pode mudar, levando os domicílios rurais a terem relações articuladas a determinadas escalas hierárquicas, mas desarticuladas de outras. Essa dinâmica não-linear da fronteira, e em certa medida, do lote, pressupõe que fatores contextuais, como o perfil social dos agricultores, a história de assentamento da fronteira e sua forma de articulação com outras fronteiras e com os mercados, determinam a característica e o ritmo de mudança de cada uma das fases (Summers, 2008). Apesar de assumir a possibilidade de reveses ou estagnação em determinadas fases, a versão aqui sugerida admite que há uma tendência de mudança na economia agrícola da fronteira de condição de autarquia (subsistência) para uma crescente articulação com os mercados.

O conceito de dinâmica não-linear é importante nessa versão ao questionar a previsibilidade e replicabilidade dos estágios do ciclo de vida biológico e das fases de desenvolvimento na medida em que fatores sociais e econômicos em nível mais agregado interferem crescentemente na tomada de decisões dos domicílios rurais (estágio de pós-fronteira). Ou seja, eventos para além dos seus limites espaciais interferem na capacidade dos fatores demográficos de explicar a transformação da paisagem local. Desse modo, a influência do ciclo de vida sobre o uso da terra no modelo proposto decresce na medida em que a fronteira avança no tempo (FIG. 2.1 – painel a). Ao mesmo tempo, quanto maior a integração da fronteira com os processos macro (globais/nacionais) e meso (regionais), menor a capacidade da estrutura demográfica de explicar a mudança na paisagem local (FIG. 2.1 – painel b).

A alternativa ao modelo aqui sugerida assume que as instituições regionais (nível meso) também se desenvolvem ao longo do tempo e são importantes para o processo de tomada de decisão no nível do domicílio, uma vez que modificam a latitude de planejamento dos agricultores (Perz, 2001). As relações rural-urbano e as redes sociais são os dois principais fatores regionais que influenciam o espaço de decisão desses agricultores (Bebbington, 1999). As relações rural-urbano são mais do que um conceito espacial, elas representam “o espaço onde as redes sociais e os vários fluxos que promovem (por exemplo, capital

financeiro, capital social, trabalho, tecnologia e fluxos de informação) interagem com forças exógenas (por exemplo, densidade populacional, herança cultural)” (Summers, 2008: 63 – tradução nossa). Assim, a forma como essas relações entre o rural e o urbano se estabelece e evolui é fundamental para o modo de interação dos agricultores locais com o ambiente externo à fronteira (Monte-Mór, 2004).

As redes sociais, por seu turno, desenvolvem-se endogenamente à região, e uma vez estabelecidas, facilitam a tomada de decisão sobre o uso da terra entre pequenos agricultores (Bebbington, 1999). Por exemplo, o estabelecimento de redes sociais de ajuda e informação (como as associações e cooperativas agrícolas) e as redes familiares possibilitam a mudança para sistemas de uso do solo de maior retorno, ao disponibilizarem informação (conhecimento técnico) e recursos (crédito e dinheiro) capazes de substituir ou complementar a mão-de-obra familiar na adoção de sistemas comercialmente mais rentáveis (Wouterse & Taylor, 2008; Stark & Lucas, 1988).

Por fim, a relação entre ciclo do lote (tempo de residência) e de vida (tamanho e composição demográfica) influencia as estratégias de uso do solo em cada fase de sucessão da fronteira (FIG. 2.1 – painel a) e em diferentes escalas (FIG. 2.1 – painel b). Do ponto de vista temporal, a influência do ciclo de vida é maior no estágio inicial da fronteira, pois os ciclos de vida e do lote se confundem. Na medida em que a fronteira avança no tempo, aumenta a diversidade de coortes de assentamento, algumas mais velhas (longo tempo de residência na região) e outras mais novas (domicílios recém-chegados). Como o tempo de residência representa a potencial formação de capital específico da terra, esse capital confere ao lote uma dinâmica própria, independente da estrutura demográfica do domicílio (Barbieri, Bilsborrow & Pan, 2005). Assim, em ambientes de pós-fronteira (estágio final), o efeito do ciclo de vida é mais forte para coortes mais novas, e diminui com o tempo de residência, devido à prevalência do efeito do ciclo do lote sobre o ciclo de vida<sup>13</sup>.

Do ponto de vista espacial, a FIG. 2.1 (painel b) também sugere que, para um mesmo estágio da fronteira (ou fase), a influência do ciclo de vida é reduzida na medida em que se consideram níveis hierárquicos superiores. Mesmo no nível micro (do domicílio ou do lote), a influência da estrutura etária é afetada pelo efeito independente do ciclo do lote.

---

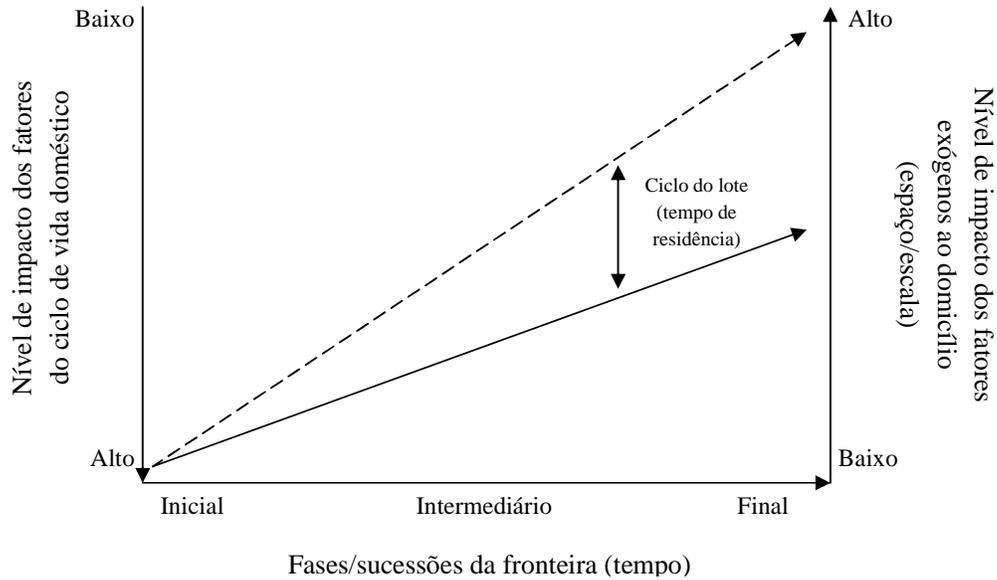
<sup>13</sup> Assim como na mudança de autarquia para a integração com os mercados, a relação entre ciclo de vida e do lote em cada fase pode sofrer influências contextuais que afetem a direção sugerida por nossa versão (FIG. 2.1).

Assim, quanto maior o tempo de residência na região, menor o efeito da composição demográfica sobre as estratégias de uso da terra no nível micro. O diagrama sugere, por outro lado, que essa distinção entre ciclo de vida e do lote desaparece em níveis superiores. Nesses níveis, fatores como densidade populacional, fluxos migratórios e redes viárias prevalecem sobre os determinantes micro (ciclo de vida e do lote), tornando seus efeitos independentes pouco importantes e difíceis de distinguir. Conforme salientado anteriormente por Wood (2002), as diferentes influências dos fatores domiciliares e contextuais (sociais e econômicos) em níveis hierárquicos distintos sugere que a dinâmica da fronteira não pode ser descrita simplesmente pela agregação do comportamento domiciliar e vice-versa. Cada nível guarda uma dinâmica própria que define as características da fronteira e de sua evolução ao longo do tempo e no espaço.

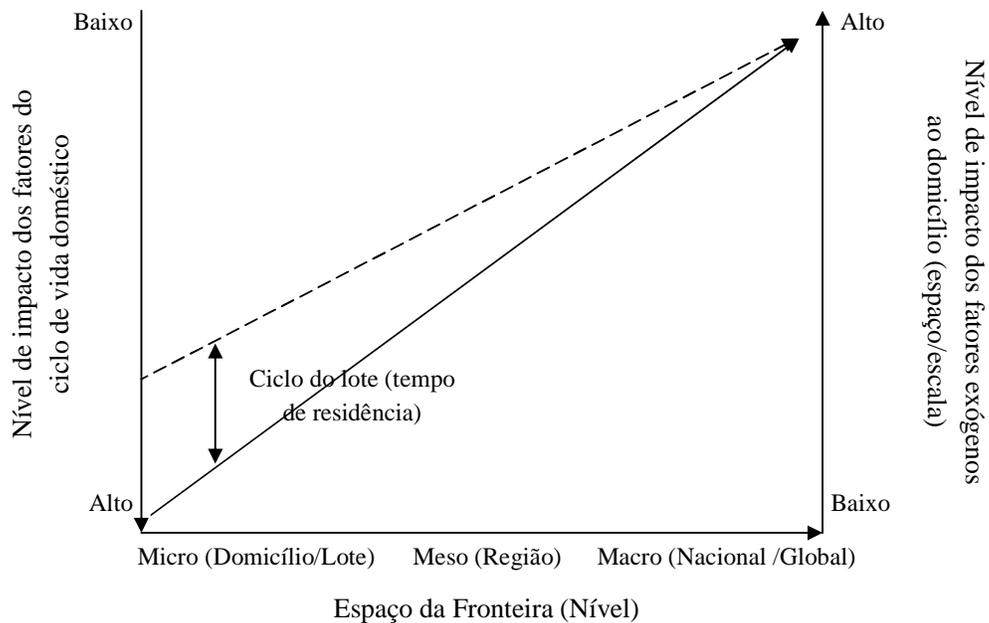
Em termos gerais, a modificação proposta sugere que a fronteira evolui em fases ao longo do tempo, porém de modo não-previsível e não-linear. Ademais, quanto mais integrado for o domicílio com processos advindos de escalas superiores (níveis regional/nacional) e quanto maior a integração da fronteira com os mercados, maior a importância dos fatores contextuais (sociais e econômicos) *vis-à-vis* o ciclo de desenvolvimento do domicílio e do lote. Fatores intermediários, como a interação rural-urbano e as redes sociais, também emergem como importantes componentes do processo de tomada de decisão por parte dos agricultores, ao ampliar suas oportunidades de venda, seus recursos e seu conhecimento e ao modificar suas preferências em relação ao risco (Caldas *et al.*, 2007). Em termos de mudança na paisagem, o arcabouço sugere que há uma tendência de especialização para estratégias similares de uso da terra no nível micro (domicílio) ao longo do tempo, devido à tendência de integração com os processos e mercados globais. No nível regional ocorre o oposto, com diversificação dos processos de fronteira entre distintas regiões, a despeito das condições iniciais similares.

**Figura 2.1: Arcabouço conceitual da relação entre ciclo de vida, ciclo do lote e integração ao mercado para explicar as estratégias de uso do solo em fronteiras agrícolas**

a) Dimensão temporal



b) Dimensão espacial



Legenda:

- > Ciclo de vida = Ciclo do lote
- > Ciclo de vida  $\neq$  Ciclo do lote

Fonte: Elaboração própria

## 2.4 As Predições dos Modelos sobre o Ciclo de Vida e a Relação com o Mercado

Os arcabouços teóricos discutidos nas sessões anteriores, juntamente ao nosso modelo de ciclo de vida modificado, sugerem relações explícitas entre uso e cobertura do solo, entendidos como variáveis endógenas ao modelo, e um conjunto de atributos socioeconômicos, espaciais e biofísicos, tomados como variáveis exógenas (ver TAB. 2.1).

De acordo com a teoria do ciclo de vida (Caldas *et al.*, 2007; Walker, 2004, 2003; McCracken *et al.*, 2002, 1999; Walker & Homma, 1996), o desmatamento aumenta com o número de trabalhadores familiares e com o grau de dependência domiciliar. Por seu turno, os modelos de *bid-rent* (VanWey, Guedes & D'Antona, 2008; Andersen *et al.*, 2002; Almeida & Campari, 1995) prevêem que o desmatamento decresce com a distância ao mercado e com condições precárias de acesso ao lote ao reduzir os preços de saída pagos ao agricultor em sua propriedade. Nesses modelos, o tempo de residência no lote não tem um efeito explícito<sup>14</sup>, pois é captado sob a influência das variáveis de composição demográfica (pressuposto implícito de simultaneidade entre efeitos de idade e coorte).

Em relação aos sistemas de uso do solo, a teoria do ciclo de vida sugere que a prevalência de culturas anuais (como feijão, mandioca, arroz, milho, etc.) é maior entre lotes recém estabelecidos, em domicílios com uma quantidade maior de dependentes (particularmente as crianças) e com pouca mão-de-obra familiar. Os modelos da geografia econômica (*bid-rent*), por seu turno, predizem que a distância ao mercado e as condições de acesso precárias favorecem o cultivo não-comercial (anuais). Entre os colonos especializados em cultivo de perenes, de caráter mais comercial, as relações são diferentes. Baseando-se nas predições da teoria do ciclo de vida, domicílios mais velhos, com maior tempo de ocupação e com uma quantidade mais elevada de mão-de-obra familiar possuem uma maior área destinada ao cultivo de perenes<sup>15</sup>. Os modelos da geografia econômica prevêem que domicílios com elevada proporção da produção destinada à venda estão associados a

---

<sup>14</sup> Embora os autores utilizem ambas as variáveis de controle (tempo de residência e composição demográfica domiciliar) nos modelos empíricos, eles não discutem os mecanismos de interação entre elas.

<sup>15</sup> As duas primeiras relações estão ligadas aos riscos associados a um sistema de retorno demorado, ou seja, a taxas de desconto baixas (Walker & Homma, 1996; Ellis, 1993) e a última à sua característica intensiva em mão-de-obra (Walker *et al.*, 2002).

maiores áreas sob cultivo de perenes<sup>16</sup> (Browder, Pedlowski & Summers, 2004; Walker, Moran & Anselin, 2000). Por fim, de acordo com a teoria do ciclo de vida, os domicílios com ênfase em formação de pasto e criação de gado têm menor razão de dependência e menor estoque de mão-de-obra familiar, devido ao manejo do gado e à formação de pastagem serem atividades de baixa intensidade de mão-de-obra. As associações entre o mercado e o sistema especializado em gado e pasto podem assumir direções distintas: positiva, se o gado se auto-transporta (VanWey, Guedes & D'Antona, 2008; Walker *et al.*, 2002; Perz, 2001; Faminow, 1998), negativa, se o custo de alimentação superar o gasto energético durante o deslocamento do gado (Walker *et al.*, 2002).

A TAB. 2.1 apresenta as principais relações preditas pelos arcabouços teóricos sobre ciclo de vida e integração com o mercado no nível do domicílio. As variáveis destacadas em negrito estão diretamente associadas aos arcabouços conceituais já apresentados e ao modelo modificado, sugerido na seção 2.3. As demais variáveis de controle, em cinza claro, foram extraídas da revisão sobre determinantes da cobertura e do uso do solo de Walker *et al.* (2002) e Angelsen & Kaimowitz (1999). Todas as variáveis incluídas na TAB. 2.1 serão utilizadas como variáveis independentes nos modelos empíricos testados nesta tese; os detalhes de mensuração serão discutidos nos capítulos 5 e 6. A seção seguinte apresenta as evidências empíricas relevantes em relação às variáveis que caracterizam a influência do ciclo de vida e do lote e o grau de envolvimento com os mercados em relação ao uso da terra em diferentes partes da Amazônia.

---

<sup>16</sup> Embora não discutido diretamente pelos modelos, as culturas de perene em determinadas áreas são cultivadas independentemente das condições de acesso, uma vez que são mais dependentes da característica biofísica do solo (Perz & Walker, 2002).

**TABELA 2.1** Predições sugeridas pelo arcabouço modificado do ciclo de vida

Variáveis Exógenas	Modelo de Desmatamento	Modelo de Sistemas de Uso do Solo		
	Variável Endógena	Variável Endógena		
	Área Desmatada	Anuais	Perenes	Pasto / Gado
<b>Nível Micro (domicílio/lote)</b>				
<i>Ciclo de Vida Domiciliar</i>				
Idade do colono	+	-	+	+
Razão de dependência domiciliar	+	+	-	-
Número de mão-de-obra familiar	+	-	+	-
<i>Ciclo de Vida da Terra</i>				
Tempo de ocupação	+	-	+	+
<b>Nível Meso (região de fronteira)</b>				
<i>Interação Rural-Urbano</i>				
Número de filhos não-co-residentes	-	-	-	ns
Remessas de dinheiro dos filhos	+/-	-	+	+
<i>Rede Social</i>				
Participação em cooperativas	+/-	-	+	+
<b>Nível Macro (mercados regionais/nacionais/globais)</b>				
<i>Relação com o Mercado</i>				
Distância ao Mercado	-	+	-	+/-
Boa acessibilidade ao lote	+	ns	+	+
% da produção destinada à venda	+	-	+	+
<i>Características secundárias</i>				
<i>Base Biofísica</i>				
Área total	+	-	+	+
Fertilidade do solo	+	-	+	-
Topografia plana	+	+	-	+
<i>Atributos econômicos</i>				
Riqueza inicial	+	-	+	+
Renda não-agrícola	-	-	+/-	+/-
Renda agrícola	+/-	-	+	+
Mão-de-obra contratada	+	-	+	+
Posse de título de propriedade		-	+	+
Número de créditos agrícolas	+/-	-	+	+
<i>Atributos pessoais do chefe</i>				
Sempre trabalhou com agricultura?	+	-	+	+
<i>Classes de Uso/Cobertura do Solo</i>				
Área (%) em mata primária	-	+	-	-
Área (%) em culturas anuais	+	+	-	+/-
Área (%) em culturas perenes	-	-	+	-
Área (%) em pasto	+	+/-	-	+

Nota: ns = não significativo; +/- = efeito dúbio

Fonte: Elaboração própria com base em Caldas *et al.* (2007); Walker (2004, 2003, 1999); McCracken (1999) e Walker & Homma (1996)

## 2.5 Evidências Empíricas sobre o impacto do Ciclo de Vida e da Integração com o Mercado sobre o Uso e a Cobertura do Solo

### *Evidências sobre a teoria do ciclo de vida*

A literatura empírica tem mostrado efeitos distintos da influência do ciclo de vida sobre as mudanças no uso e cobertura do solo em regiões tropicais (Walker *et al.*, 2002). Em geral,

as variáveis que localizam o estágio do ciclo de vida (idade do chefe [+], tamanho do domicílio [+], número de homens adultos [+] e razão de dependência demográfica domiciliar [+]) tem efeito mais consistente sobre o desmatamento (Pan *et al.*, 2007; Caldas *et al.*, 2007, 2003; Walker, 2003; Walker, Moran & Anselin, 2000; Pichón *et al.*, 1997b; Jones *et al.*, 1995), ao passo que as indicadoras do ciclo do lote (tempo de residência) são mais influentes sobre os sistemas de uso do solo (anuais [-], perenes [+], pasto/gado [+]) (Pan & Bilsborrow, 2005; Barbieri, Bilsborrow & Pan, 2005; Walker *et al.*, 2002; Perz & Walker, 2002; Perz, 2001; Marquette, 1998; Pichón *et al.*, 1997b; Murphy, Bilsborrow & Pichón, 1997; Jones *et al.*, 1995).

É importante salientar que para muitos outros estudos as variáveis indicadoras de ciclo de vida não apresentam efeito significativo sobre as categorias de cobertura e/ou uso do solo (VanWey, D'Antona & Brondízio, 2007; Mena, Bilsborrow & McClain, 2006; Aldrich *et al.*, 2006; Caviglia-Harris & Sills, 2005; Browder, Pedlowski & Summers, 2004; Perz, 2003; Murphy, 2001; Alston, Libecap & Schneider, 1996; Almeida & Campari, 1995; Almeida, 1992<sup>17</sup>), ou mostram resultados contrários ao predito pelo modelo original de Chayanov (VanWey, D'Antona & Brondízio, 2007; Walker, Moran & Anselin, 2000 para estoque de gado; Pichón *et al.*, 1997b, para anuais), mesmo sob diferentes especificações funcionais de variáveis dependentes e/ou independentes. Entre os estudos sobre ciclo do lote, somente Walker, Moran & Anselin (2000) encontraram uma relação não-prevista (negativa) entre tempo de residência e estoque de gado. Os autores argumentam que a redução do rebanho reflete a queda na produtividade do pasto em razão da perda progressiva da fertilidade do solo e da invasão do mato. No geral, o ciclo do lote parece ter mais respaldo empírico do que o ciclo de vida entre os estudos aqui revisados.

As TAB. A.1a e A.1b sintetizam os principais estudos que explicitamente incorporam variáveis que localizam o domicílio em seu estágio do ciclo de vida e em seu nível de envolvimento com os mercados locais entre os pequenos agricultores da Amazônia. Na TAB A.1a estão elencados os estudos, a área de representatividade, o tamanho amostral, o arcabouço analítico e a variável dependente de análise. A TAB. A.1b, por sua vez, sintetiza

---

<sup>17</sup> ALMEIDA, L. O. **Deforestation and turnover in Amazon colonization**. Washington, CD: World Bank, 1992. (Manuscrito não publicado).

os efeitos estimados das variáveis apresentadas na TAB. 2.1 ao longo de diversos estudos empíricos no nível do domicílio em diferentes fronteiras agrícolas da Amazônia<sup>18</sup>.

A diversidade das direções e significância dos efeitos obtidos pelos modelos empíricos sobre ciclo de vida tem sido interpretada por meio de três principais explicações: 1) como a predominância das características biofísicas do solo sobre as domiciliares (Moran *et al.*, 2006); 2) como o resultado das especificidades das diferentes áreas de estudo em que o modelo teórico tem sido testado (Rindfuss *et al.*, 2007), ou 3) em razão da diversidade das medidas utilizadas como indicadores de uso e cobertura do solo (VanWey, D'Antona & Brondízio, 2007; Walker *et al.*, 2002). Apesar de diversos, os resultados são consistentes com o modelo de ciclo de vida sugerido na seção 2.3. Por exemplo, o fraco suporte empírico do ciclo de vida frente às evidências significativas das influências dos mercados confirma a previsão do nosso modelo de perda da capacidade explicativa da estrutura demográfica sobre as estratégias de uso do solo em ambientes de pós-fronteira. A significância estatística do ciclo do lote sobre os sistemas de uso do solo pode estar captando as influências de fatores de nível regional (meso), pois a maioria dos modelos empíricos em que seu efeito foi significativo não controlava por migração e remessas de dinheiro dos filhos não-co-residentes nem por pertencimento do agricultor a associações/cooperativas locais.

### ***Evidências sobre a influência dos mercados***

Os resultados para a integração com o mercado são mais consistentes com as predições sugeridas pelos arcabouços teóricos do que os resultados para o ciclo de vida (ver TAB A.1b). Duas variáveis têm sido empregadas nos modelos empíricos para medir o grau de envolvimento com os mercados locais: a distância ao centro urbano mais próximo e as condições de acessibilidade em períodos chuvosos. Domicílios que se encontram mais distantes dos centros urbanos e que possuem piores condições de acesso têm uma maior superfície contínua de mata intacta, uma menor área destinada à agricultura comercial e maior utilização de insumos agrícolas (Caldas *et al.*, 2007, 2003; Mena *et al.*, 2006; Pan *et al.*, 2004; Perz, 2003, 2001; Walker *et al.*, 2002; Godoy, Franks & Claudio, 1998;

---

<sup>18</sup> Embora haja uma quantidade maior de covariáveis que as apresentadas na tabela em todos os artigos revisados, procuramos nos ater às que definem o problema deste capítulo. Assim, foram sumarizados os resultados referentes à composição demográfica domiciliar (por idade e sexo), tempo de residência, distância e condições de acesso aos mercados.

Marquette, 1998; Pichón, 1997b; Alston, Libecap & Schneider, 1996; Beaumont & Walker, 1996).

Poucos estudos reportam uma relação não predita pelas teorias de integração ao mercado. Pan *et al.* (2007), por exemplo, observam uma relação positiva entre distância ao mercado e percentual desmatado entre 1999 e 1990 para a Amazônia Equatoriana. Os autores sugerem que esse desmatamento é uma resposta não-tecnológica à manutenção da sobrevivência em razão da fragmentação das propriedades (Barbieri, Bilsborrow & Pan, 2005). Estudos conduzidos na Amazônia Brasileira (Rondônia e Pará) também observaram uma associação positiva entre distância aos mercados e desmatamento, embora as associações não tenham sido estatisticamente significativas (McCracken *et al.*, 1999; Jones *et al.*, 1995; Almeida & Campari, 1995). Os autores interpretam esse resultado como uma reação dos agricultores a um mercado de terras altamente especulativo associado ao processo de migração interna que conduziu colonos mal-sucedidos ao conhecido ciclo do colono pioneiro durante os anos 1980 e 1990.

Alguns estudos reportam um efeito positivo entre aumento da distância e maiores áreas em pastagens (VanWey, Guedes & D'Antona, 2008; Perz, 2001). Esse resultado pode ser consequência de dois pontos distintos: a) como os gados podem se transportar para o mercado, áreas distantes podem se especializar em pecuária (VanWey, Guedes & D'Antona, 2008); b) as pastagens em áreas distantes do mercado podem refletir o final do processo de deterioração da fertilidade do solo após uso intensivo num sistema rotacional não-tecnológico de anuais (Pan & Bilsborrow, 2005; Pichón, 1997b).

A literatura empírica sobre integração com o mercado, portanto, confirma as predições do arcabouço da geografia econômica sobre a mudança no uso do solo em função da distância aos mercados. Na área de estudo de Altamira, no entanto, nenhum estudo empírico até agora utilizou medidas precisas de distância aos centros urbanos. O único estudo que sugere essa relação para a área de estudo (VanWey, Guedes & D'Antona, 2008) tomou como referência a acessibilidade ao lote durante o período chuvoso. Esse pode ser um fraco preditor (confirmado na TAB A.1b) uma vez que mesmo lotes com boa acessibilidade na entrada do travessão podem perceber determinadas atividades agrícolas como de alto risco, caso esteja muito afastada dos mercados locais.

Nesta tese, pretendemos suprir essa lacuna incorporando medidas espaciais de distância euclidiana<sup>19</sup> a cada um dos centros urbanos que compõem a área de estudo (Brasil Novo, Medicilândia e Altamira). As medidas separadas que indicam acessibilidade aos mercados são importantes (diferentemente do que é feito em muitos estudos, que só utilizam a distância à rodovia Transamazônica, como Walker *et al.*, 2002, Caldas *et al.*, 2007, Perz, 2001), pois nem todos os agricultores têm sua produção recolhida pelos compradores na rodovia, elevando o custo de se adotar determinadas culturas agrícolas. Incluímos também a proporção da produção vendida. Nenhum estudo revisado utiliza essa variável (com exceção do estudo de Walker *et al.*, 2002, que emprega a proporção da produção destinada à venda sob a forma de receita por cultura na construção da variável dependente – os sistemas de uso do solo). A proporção da produção vendida é um importante indicador do grau de integração com os mercados e tem influência sobre a preferência dos proprietários, uma vez que modifica sua propensão ao risco (Singh, Squire & Strauss, 1986; Barnum & Squire, 1979).

## 2.6 Discussão

A literatura empírica sobre o efeito do ciclo de vida sobre a extensão do desmatamento e sobre os sistemas de uso do solo apresentam resultados pouco robustos, e em alguns casos, contraditórios. A abordagem do ciclo de vida tem sido cada vez mais desafiada pela proposição de novos arcabouços analíticos, como a do ciclo do lote, e pelo desafio teórico imposto para pensar essas relações na medida em que as fronteiras se consolidam e outras instituições além da família começam a representar forças importantes na formação da preferência dos agricultores (Summers, 2008). Essas forças tornam-se evidentes pela crescente importância das relações entre a produção domiciliar e os mercados, pelo desenvolvimento de instituições regionais (redes sociais e relações rural-urbana) e pela influência da segunda geração no processo de tomada de decisão dos pequenos agricultores (Barbieri, Carr & Bilsborrow, 2009; Brondízio, 2008).

---

<sup>19</sup> Reconhecemos, no entanto, que em áreas com precariedade nas condições de acesso, a distância euclidiana é um fraco indicador isolado de acessibilidade e integração. Outros autores utilizam medidas mais sofisticadas, como distância em rede (Pfaff *et al.*, 2007), ou medidas alternativas, como o custo ou tempo de transporte até as vias de acesso principais (Pan *et al.*, 2007). Por esse motivo, incluímos controles adicionais, como um indicador de acessibilidade e a proporção da produção agropecuária destinada aos mercados.

## **3 DINÂMICA DO USO DA TERRA NAS FRONTEIRAS AGRÍCOLAS DA AMAZÔNIA**

### **3.1 Introdução**

O desmatamento das florestas tropicais tem recebido cada vez mais atenção da comunidade científica, em especial na Amazônia (Rindfuss *et al.*, 2007). Esse interesse é justificado pela crescente taxa de desmatamento verificada a partir de 1970 (Skole *et al.*, 1994), interrompida apenas por um curto período de estagnação entre 1986 e 1994 em razão da recessão econômica (Fearnside, 2005). Segundo alguns autores (Pfaff *et al.*, 2007; Walker, Moran & Anselin, 2000), o desmatamento na Amazônia Brasileira ocorre prioritariamente para a formação de pastagens, com consequências negativas sobre a fertilidade e aeração do solo e sobre a biodiversidade regional. Parte importante do desmatamento recente é atribuída aos pequenos agricultores, embora sua importância relativa frente ao impacto da agricultura de larga escala ainda é um ponto controverso na literatura (D'Antona, VanWey & Hayashi, 2006).

Este capítulo pretende revisar a mudança no uso e na cobertura do solo recente na Amazônia e localizar os pequenos proprietários de terra nesse processo. Para tanto, apresentamos evidências da evolução da cobertura florestal e dos sistemas de uso do solo nas diferentes extensões da Amazônia e da sua relação com fatores endógenos e exógenos à região. Adicionalmente, revisamos as consequências ambientais e sociais das distintas práticas de uso do solo mais prevalentes entre os pequenos agricultores da região. Ao final do capítulo, introduzimos as características da fronteira agrícola em torno de Altamira do ponto de vista demográfico e da influência exercida pelos estímulos externos (dos mercados) sobre a atual composição do uso do solo na nossa área de estudo.

### **3.2 Cobertura e Uso do Solo na Amazônia Contemporânea**

Um recente relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estimou um aumento na taxa anual de desmatamento na América do Sul de 0,46% entre 1990 e 2000 para 0,50%, entre 2000 e 2005 (FAO, 2009). Segundo o relatório, a

derrubada de florestas na região foi suficiente para elevar a taxa de desmatamento da América Latina e Caribe como um todo de 0,46% para 0,51%, com forte influência do desmatamento na bacia Amazônica (FAO, 2009).

Nepstad *et al.* (2008) e Laurance *et al.* (2002) sugerem que o desmatamento continuará até que metade da mata fechada da Amazônia tenha sido eliminada, o que ocorreria por volta de 2020. Acredita-se que essa remoção da vegetação da Amazônia em larga escala possa desencadear mudanças suficientemente fortes nos ciclos hidrológicos e climáticos a ponto de a floresta restante não ser capaz de reativá-los (Lean & Rowntree, 1993; Lean & Warrilow, 1989). Essas evidências contrariam a experiência de tendências históricas de recuperação das florestas em diversos países de clima temperado (Rudel, Perez-Lugo & Zichal, 2000; Staaland *et al.*, 1998)<sup>1</sup>.

A perda de florestas na Amazônia tem sido reportada não somente na sua extensão brasileira, mas também na sua porção equatoriana (Barbieri, Bilsborrow & Pan, 2005; Pichón *et al.*, 2001), boliviana (Stoian, 2000), colombiana (Armenteras *et al.*, 2006) e peruana (Naughton-Treves, 2004). Apesar de generalizado em todo o bioma, a intensidade e a extensão do desmatamento na Amazônia varia regionalmente (Alvarez & Naughton-Treves, 2003) em função do tipo de agente envolvido (Futemma & Brondízio, 2003), da agenda política (Browder, 1994), da flutuação dos preços das culturas agrícolas (Cattaneo, 2001), da expansão da rede de acesso (Soares-Filho *et al.*, 2004), das políticas de crédito (Helfand, 2001; Coomes, 1996) e do tipo de programa de colonização (Browder & Godfrey, 1997; Hetch, 1985).

Se, por um lado, a porção equatoriana apresenta as mais elevadas taxas de desmatamento de toda a Amazônia (Barbieri, Bilsborrow & Pan, 2005; Dixon, 2001), por outro a perda da cobertura florestal na sua parte brasileira atinge uma área geográfica mais ampla, devido à sua maior extensão física (FAO, 2009; INPE, 2008), à sua mais elevada densidade populacional (Browder & Godfrey, 1997) e ao seu mais acelerado ritmo de urbanização<sup>2</sup> (Becker, 2005; Browder, Pedlowski & Summers, 2004). As estimativas das taxas anuais de

---

<sup>1</sup> Há evidências, no entanto, de que em terrenos mais férteis (alfisolos) da Amazônia a regeneração das áreas florestadas ocorra numa taxa mais acelerada devido ao cultivo do cacau (Tucker, Brondízio & Moran, 1998).

<sup>2</sup> Existem outros fatores que influenciam a diferença entre as taxas e extensão do desmatamento das Amazônias Brasileira e Equatoriana, como a disponibilidade de terra (Bilsborrow, Barbieri & Pan, 2004), as interferências governamentais (Marquette, 1998; Pichón, 1997a) e o grau de conexão das áreas rurais com níveis hierárquicos superiores (Brondízio, 2008).

desmatamento na Amazônia Legal Brasileira<sup>3</sup> variam de 10.000 a mais de 20.000 km<sup>2</sup> – o maior nível entre todos os países da bacia Amazônica (INPE, 2008; Skole *et al.*, 1994). O estado do Pará sozinho concentra quase 50% do desmatamento total anual (INPE, 2008). Essa mudança na cobertura do solo tem continuado a despeito dos esforços públicos para a preservação da floresta (Fearnside, 2005), incluindo mudança no arcabouço institucional com a criação no Brasil da Lei de Manejo das Florestas Públicas que regulamenta o manejo dos recursos florestais de forma mais descentralizada e sustentável (Schulze, Grogan & Vidal, 2008; Tomaselli & Sarre, 2005) e das evidências científicas sobre os efeitos negativos do desmatamento das florestas tropicais (Brosch, 2002).

Embora o desmatamento da Amazônia tenha sido impulsionado inicialmente pelo grande influxo de migrantes em direção às frentes de colonização dirigida (Hetch, 1985; Sawyer, 1984; Wood, 1983; Moran, 1981) ou espontânea<sup>4</sup> (Barbieri & Carr, 2005; Browder, Pedlowski & Summers, 2004), reconhece-se hoje que a expansão da pecuária é o principal fator responsável pela sua persistência, particularmente na sua porção brasileira (Brandão Rezende & Marques, 2006; Piketty *et al.*, 2005), fruto, em grande medida, dos incentivos dados pelo governo federal através de políticas de crédito favoráveis à criação de gado e da crescente demanda nacional e global por carne bovina (Rodrigues, 2004; Moran, 1993).

A expansão dos pastos, pelo menos do modo como ocorre na Amazônia, está diretamente associada à degradação florestal e à redução progressiva da fertilidade do solo, comprometendo a capacidade de regeneração das florestas (Barlow & Peres, 2008; Beaumont & Walker, 1996; Scatena *et al.*, 1996). Desde o início da década de 1980, alguns estudos já apontavam para a pecuária como a pior alternativa de uso do solo para a Amazônia devido ao seu alto potencial para perdas no ecossistema e à sua baixa capacidade de geração de emprego (Piketty *et al.*, 2005). Essa posição desfavorável à formação de pastos não era unânime. Um estudo influente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) sugeria que a expansão das pastagens elevava os níveis de cálcio, magnésio e pH, importantes para uma adequada fertilidade da terra (Falesi, 1976). Esses resultados fomentaram políticas de crédito que estimulavam a

---

<sup>3</sup> A Amazônia Legal Brasileira, definida por propósitos administrativos e de planejamento pelo governo federal em 1966 através da Lei Nº 5.173, inclui 760 municípios correntemente distribuídos ao longo de 9 estados: Pará, Amazonas, Mato Grosso, Rondônia, Roraima, Amapá, Acre, Maranhão e Tocantins. Todos os estados têm toda a sua extensão incluída na região administrativa, com exceção do estado do Maranhão, que só tem a sua parte ocidental incorporada (SUDAM, 2009).

<sup>4</sup> Ou a combinação de ambas, como na maior parte da Amazônia Brasileira (Sawyer, 1984).

expansão de pastos e criação de gado em larga escala como a alternativa ambientalmente mais viável em solos de baixa fertilidade (Walker, Moran & Anselin, 2000).

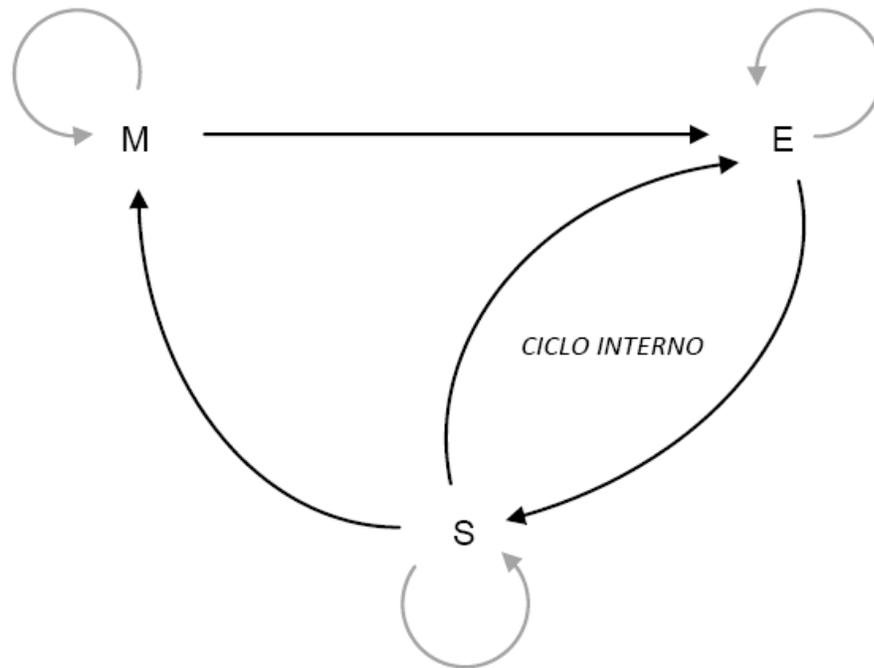
Os pequenos proprietários passaram a ser percebidos como ecologicamente ameaçadores, enquanto os grandes pecuaristas foram rotulados como ambientalmente racionais (Hetch, 1985). Um estudo posterior (Hetch, 1985) voltou a questionar a validade científica do otimismo advogado sobre a formação de pastagens na Amazônia. Apesar de estudos recentes sugerirem uma ausência de associação entre áreas em pasto e mudança nas características químicas do solo (Müller *et al.*, 2004), há um relativo consenso de que na Amazônia Brasileira essas áreas sofrem uma rápida invasão de ervas daninhas que elevam a competição por nutrientes, comprometendo a qualidade e a sustentabilidade prolongada da pastagem<sup>5</sup> (Numata *et al.*, 2003).

Além da pastagem, outras estratégias de uso do solo podem afetar negativamente tanto a sua cobertura quanto sua fertilidade (Aldrich *et al.*, 2006). Sistemas intensivos não-tecnológicos de produção agrícola, como os que usam exaustivamente a mesma área para o cultivo repetido de anuais, exercem uma contribuição fundamental para a perda de nutrientes do solo, operando como um fator potencial de demanda extensiva por terra (CAT, 1992; World Bank, 1992). D'Antona, VanWey & Hayashi (2006), por exemplo, mostram que o tamanho da propriedade rural influencia a cobertura do solo através do tipo de sequência de produção adotada. Segundo os autores, em propriedades muito pequenas a intensificação do uso do solo é ocasionada pela incapacidade dos agricultores de manterem áreas em pousio. Assim, esses agricultores entram no que os autores denominam de *ciclo interno*, passando de desmatamento para uso (em geral, anuais), seguido de pousio, e logo a seguir, a mesma área sendo limpa através de corte e queimada e as anuais, então, reintroduzidas. A sequência sugerida pelos autores, ecoando as etapas de intensificação de Boserup (1965), pode ser visualizada conforme o esquema a seguir:

---

<sup>5</sup> A expansão das pastagens também contribui para o processo de degradação do solo devido à compactação gerada pelo pisoteio do gado, ao reduzir a aeração e absorção de nutrientes orgânicos, e à exposição direta a condições climáticas adversas, aumentando o risco de queimadas de superfície e de erosão (Numata *et al.*, 2003).

**Figura 3.1: Esquema de Mudança na Cobertura do Solo**



**Nota:** M = Floresta (Mata); E = Solo Exposto; S = Floresta de Sucessão Secundária.

**Fonte:** Adaptado de D'Antona, VanWey & Hayashi (2006).

A FIG. 3.1 revela dois ciclos<sup>6</sup>. O primeiro ciclo, mais externo, caracteriza-se por uma sequência completa, na qual a cobertura do solo passa de Mata (M) para Solo Exposto (E) e, a seguir, após um período de pousio, a área em solo exposto se desenvolve em Mata de Sucessão Secundária (S) até crescer ao ponto de voltar à característica de mata novamente. A sequência seria, portanto, definida como:  $M \rightarrow E \rightarrow S \rightarrow M$ . Esse é um ciclo que garante uma recuperação das propriedades químicas da terra, ao considerar a relação entre potencial produtivo e idade da mata de sucessão secundária (D'Antona, VanWey & Hayashi, 2006; Walker, 1999). O ciclo interno, por seu turno, é caracterizado pela sequência circular  $E \rightarrow S \rightarrow E$ , etc., num processo de deterioração progressiva da fertilidade do solo<sup>7</sup>. O ciclo interno parece predominar entre domicílios rurais que se

<sup>6</sup> As setas pretas representam a transição entre uma cobertura e outra entre dois períodos. As setas em cinza representam as áreas sob a mesma cobertura em períodos consecutivos; ou seja, a permanência da mesma categoria de cobertura do solo entre o período  $t$  e o período  $t + 1$ .

<sup>7</sup> Existe ainda uma sequência de mudança na cobertura do solo, não apresentada na Fig. 3.1, em que a mata é convertida em solo exposto para fins de cultivo e a mesma área é então utilizada continuamente. Assim, a sequência pode ser descrita como:  $M \rightarrow E^I \rightarrow \dots \rightarrow E^n$ . Nesse caso, a terra é utilizada à exaustão mais rapidamente do que no ciclo interno e é uma potencial sequência de uso para o processo de mobilidade invasiva de florestas (D'Antona, VanWey & Hayashi, 2006).

especializam em anuais (D'Antona, VanWey & Hayashi, 2006; Barbieri, Bilsborrow & Pan, 2005; Pichón, 1997a), ao passo que o ciclo externo é mais comum entre domicílios que se especializam em culturas perenes<sup>8</sup> (Ludewigs *et al.*, 2009; Walker *et al.*, 2002).

Entre os tipos de uso do solo nas fronteiras da Amazônia, portanto, o cultivo de perenes parece ser o que apresenta maiores benefícios para o solo e para o bem-estar dos agricultores<sup>9</sup>. Summers (2008), por exemplo, sugere que o cultivo de perenes (em especial, cacau e café) tem um efeito protetor sobre a cobertura do solo por ser intensivo em mão-de-obra - desencorajando sua prática em famílias pouco numerosas, e por evitar erosão. Ademais, após 20 a 30 anos, as plantações de cacau são consideradas áreas de reflorestamento e têm papel importante no sequestro de carbono (Arero, 2004). Por outro lado, esse tipo de cultura requer investimentos iniciais com retornos posteriores a quatro anos e está sujeito a flutuações de preços. Conforme capítulo 6, apesar dos riscos na adoção desse tipo de cultura, formas específicas de sequência do plantio associadas a solos de alta fertilidade têm sido importantes incentivos para o seu crescimento na área de estudo próxima a Altamira.

Na seção seguinte introduzimos a história do assentamento da área de estudo próxima ao município de Altamira e caracterizamos o ambiente de pós-fronteira da região. Especificamente, apresentamos indicadores descritivos das principais classes de uso do solo, da estrutura demográfica, da dinâmica dos preços das principais culturas agrícolas e indicadores dos mercados de produção e mão-de-obra; fatores considerados chave para o nosso modelo adaptado, sugerido no capítulo 2.

### **3.4 A Área de Estudo – Altamira, Pará**

O esquema original de assentamento da região rural próxima a Altamira iniciou-se a partir de 1970, com a construção da Rodovia Transamazônica em 1971 e seu associado esquema de ocupação pertencente ao Programa de Integração Nacional (PIN), seguindo o padrão de

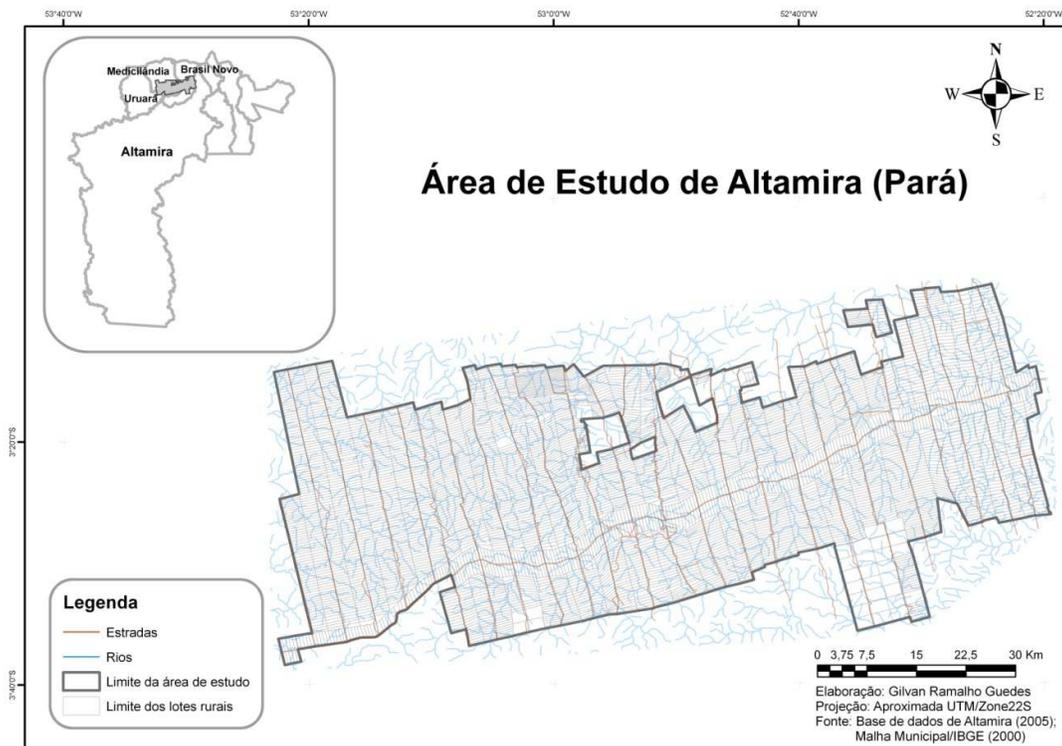
---

<sup>8</sup> Scatena *et al.* (1996) especulam que a limitação na disponibilidade de terra não é o único fator restritivo para a adoção do tipo de ciclo. Segundo os autores, a fertilidade do solo parece desempenhar um papel importante, o que ajuda a explicar a preponderância de lotes especializados em perenes sob o sistema de pousio (ciclo externo).

<sup>9</sup> A extração seletiva de madeiras é considerada a forma de exploração mais sustentável, porém representa percentual pequeno da exploração comercial do solo na Amazônia atual (Schulze, Grogan & Vidal, 2008; Vosti, Witcover & Carpentier, 2002).

“espinha de peixe” da colonização de assentamento brasileira (FIG. 3.2) (Campos, 2006; Smith, 1982; Moran, 1981, 1975). O esquema de assentamento, conduzido pelo INCRA, determinava que os lotes rurais a serem distribuídos tivessem 100 hectares para domicílios individuais, com 500 metros de frente e 2.000 metros de lateral<sup>10</sup> (Brondízio *et al.*, 2002; McCracken *et al.*, 2002, 1999; Smith, 1982; Moran, 1981, 1975).

**Figura 3.2: Área de Estudo de Altamira – Visão espacial da grade de propriedades originais do projeto de assentamento definido pelo INCRA em 1971**



**Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (2005); Malha Municipal/IBGE(2000)**

**Nota:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households.** dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

O projeto de colonização previa que metade de cada propriedade deveria permanecer como reservas florestais e visava incentivar a produção para subsistência (Aldrich *et al.*, 2006; Moran, 1989). Com vistas a acelerar o processo de ocupação, o INCRA deu preferência a famílias mais numerosas (Moran, 1981; INCRA, 1978). Desse modo, a região possuía, em

<sup>10</sup> Os lotes com frente para os travessões, por seu turno, deveriam ter 2500 m de fundo e 400 m de frente (Moran, Brondízio & McCracken, 2002).

seus primeiros anos de assentamento, uma estrutura demográfica mais envelhecida (McCracken *et al.*, 2002: 185), se comparada a áreas de garimpo de Rondônia (Jones *et al.*, 1995; Browder, 1994) ou mesmo a outras áreas geograficamente próximas e também planejadas pelo INCRA, como o assentamento próximo a Santarém e Belterra (VanWey, D'Antona & Brondízio, 2007). O perfil da imigração era basicamente de caráter familiar, com ligeira predominância de homens em idade produtiva, representando, segundo alguns autores, uma estratégia de retenção de mão-de-obra masculina (McCracken *et al.*, 2002; Moran, 1975).

De acordo com McCracken *et al.* (2002) e Moran (1989), a maioria dos colonos migrantes chegou no início da década de 1970 e 1980<sup>11</sup>. Isso teve um efeito expressivo sobre a dinâmica demográfica local, resultando em um rápido crescimento das cidades da região (Perz, 2002). Durante a evolução da fronteira, muitos dos colonos iniciais emigraram para outras áreas rurais ou cidades próximas devido ao declínio do suporte governamental (Perz, 2002: 108), à perda da produção por falta de assistência técnica ou motivos climáticos (Moran & Brondízio, 1998) e pela presença endêmica da malária (Moran, 1977). Esses fatores contribuíram para transformar a região de atratora para expulsora de população<sup>12</sup>, especialmente na área rural, com conseqüente declínio de população nas idades produtivas, típicas de regiões emigratórias (Brondízio *et al.*, 2002; Perz, 2002).

Enquanto as áreas rurais perdiam população, as áreas urbanas dos municípios que compõem a região de estudo cresciam rapidamente<sup>13</sup>, em especial Altamira, que acabou perdendo um de seus distritos, Brasil Novo (antiga agrópolis), emancipado em 1991. Medicilândia (antiga agrovila) também se emancipou do município de Prainha em 1988 (CNM, 2009). O desenvolvimento dos mercados locais e a expansão das cidades<sup>14</sup> criaram

---

<sup>11</sup> As primeiras coortes (até 1976) assentaram-se ao longo da Rodovia Transamazônica ou na extensão dos travessões próxima à BR e à cidade de Altamira – o maior mercado local da área de estudo. As coortes posteriores foram progressivamente ocupando as áreas mais distantes da Rodovia ou em direção à cidade de Uruará, que concentra as áreas de terrenos arenosos e de mais baixa fertilidade (Brondízio *et al.*, 2002; Moran & Brondízio, 1998).

<sup>12</sup> A taxa de crescimento demográfico das cidades que compõem a região de estudo deste trabalho (Altamira, Brasil Novo, Medicilândia e Uruará) declinou de 11% para 9% ao ano entre as décadas de 1970 e 1980. Mas foi somente na década de 1990 que a desaceleração do crescimento populacional foi mais pronunciada (caindo para 2,6% ao ano), sugerindo o início do processo de consolidação da fronteira e a perda potencial de atração migratória (Perz, 2002).

<sup>13</sup> Enquanto a população urbana aumentou 1367%, a rural elevou-se em apenas 691% entre 1970 e 2000 (Perz, 2002).

<sup>14</sup> A população conjunta de Uruará, Medicilândia, Brasil Novo e Altamira cresceu de 15.345 para 168.554 habitantes entre 1970 e 2007 (CMN, 2009; Perz, 2002).

novas oportunidades para os indivíduos, que poderiam migrar em busca de melhores retornos para o trabalho (Perz, Walker & Caldas, 2006). Em consequência, somente 34% dos 402 produtores em 1997/1998<sup>15</sup> pertenciam à primeira geração de colonos (Moran, Brondízio & McCracken, 2002). Ademais, a expansão dos mercados urbanos parece ter influenciado a orientação do uso do solo em direção a atividades comerciais, como perenes (especialmente cacau) e gado, como discutido por Brondízio & Moran (2008), VanWey, D'Antona & Brondízio (2007), Perz, Walker & Caldas. (2006) e Perz(2002) e sugerido pela TAB. 3.1.

**Tabela 3.1 - Distribuição relativa da área dos estabelecimentos agropecuários por utilização das terras - Municípios Selecionados da Transamazônica, 1996 e 2006**

Uso do Solo	Altamira		Brasil Novo		Medicilândia		Uruará	
	1996	2006	1996	2006	1996	2006	1996	2006
Lavouras permanentes	0.60	1.81	1.52	1.80	<b>5.72</b>	<b>22.71</b>	3.30	4.01
Lavouras temporárias	5.32	1.38	5.97	0.84	<b>10.53</b>	<b>1.05</b>	7.49	1.71
Pastagens	21.15	30.20	<b>28.88</b>	<b>49.12</b>	18.84	23.78	22.83	30.20
Matas e Florestas	71.83	57.65	63.45	46.92	64.42	51.82	65.68	56.88
Outros	1.10	8.96	0.19	1.31	0.48	0.65	0.70	7.20
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fonte: Elaboração própria com base no Censo Agropecuário/IBGE (1998, 2006)

Nota: Dados tabulados pelo autor.

Apesar do aumento da agricultura comercial entre os domicílios rurais, a mão-de-obra familiar continua sendo mais importante que o trabalho pago na área de estudo de Altamira<sup>16</sup>, em especial na produção de cacau<sup>17</sup> (Moran, Brondízio & McCracken, 2002). A produção agrícola regional é dominada por cacau, café, pimenta-do-reino e frutas (em especial citros) e a criação de gado para corte também se destaca (Brondízio *et al.*, 2002; Walker, Moran & Anselin, 2000). Grande parte da produção agropecuária destina-se aos mercados locais, inclusive a carne de gado, devido às restrições sanitárias à carne paraense para o mercado internacional (VanWey, D'Antona & Brondízio, 2007). A produção de

<sup>15</sup> Esses dados referem-se aos mesmos utilizados nesta tese – primeira onda de dados coletada para a região próxima a Altamira. Para maiores detalhes, verificar a seção sobre dados quantitativos de levantamento (capítulo 3).

<sup>16</sup> Por exemplo, entre 84% e 93% do total de mão-de-obra empregada nas atividades agrícolas são de origem familiar (McCracken *et al.*, 2002: 181).

<sup>17</sup> De acordo com a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Brasil, 2009: 211), a produção de cacau, especialmente em Medicilândia, continua a ocorrer com baixos níveis de tecnologia (produção intensiva em mão-de-obra).

cacau, considerada a mais produtiva e de melhor qualidade do país, é a única cultura que se destaca para exportação para o mercado nacional e internacional<sup>18</sup> (Mendes, 2007).

Nas duas últimas décadas tem ocorrido uma mudança nos incentivos à produção agropecuária. Enquanto durante a década de 1990 houve um forte incentivo governamental para fomento de criação de gado (Brandão, Rezende & Marques, 2006; Cattaneo, 2001; Helfand, 2001; Walker, Moran & Anselin, 2000), a partir de então, o preço do cacau, associado à alta produtividade recente da região, tem funcionado como um forte incentivo de mercado para a especialização produtiva nesse tipo de cultura perene (Mendes, 2007; Araújo, Silva & Midlej, 2005). Ademais, com a intensificação do mercado regional de terras e consolidação de pastagens nas proximidades de Altamira (Walker, Moran & Anselin, 2000; Faminow, 1998), os pequenos agricultores têm percebido vantagens competitivas adicionais na produção de cacau, respeitadas as restrições biofísicas do solo (Arero, 2004).

### **3.5 Considerações Gerais**

Neste capítulo, revisamos as evidências sobre a mudança na cobertura e no uso do solo recente da Amazônia, em suas várias extensões. Damos particular atenção ao desmatamento e aos sistemas de uso do solo na Amazônia Brasileira e destacamos a prevalência do pasto na região. Vimos que a criação de gado e a formação das pastagens são o principal fator responsável pelas elevadas taxas e áreas desmatadas na Amazônia rural brasileira, em especial no estado do Pará.

Recentemente, alguns agricultores têm adotado práticas de uso ambientalmente mais sustentáveis, como o plantio de perenes, em especial do cacau. Embora apresente vantagens ambientais claras (como proteção contra erosão, seqüestro de carbono e manutenção da biodiversidade), o cultivo do cacau depende de solos relativamente férteis e de uma quantidade grande de mão-de-obra, que pode ser um fator restritivo em famílias pouco numerosas e pouco capitalizadas.

A região de estudo de Altamira tem experimentado um processo de conversão de áreas de pastagem em cultivo de cacau devido ao estímulo advindo da elevação recente do preço de

---

<sup>18</sup> A produtividade média de cacau em Medicilândia está entre 800 e 1200 quilos de semente por hectare, contra 250 quilos/hectare na média do Brasil (Plantão, 2009).

venda dessa *commodity* e das novas linhas de crédito e assistência técnica para os pequenos agricultores (BRASIL, 2009). Na impossibilidade de obtenção de crédito, muitos domicílios rurais próximos ao município de Medicilândia (onde predomina a faixa de terra roxa, de alta fertilidade) têm trabalhado em conjunto na troca de dias de trabalho. Essa forma de organização do trabalho na área de estudo tem possibilitado que domicílios pouco capitalizados e com restrição de mão-de-obra adotem sistemas de uso do solo de alto risco e retorno. Esse assunto será retomado com maior detalhe no capítulo 6.

## 4. DADOS E MÉTODOS

Neste capítulo descrevemos os dados e métodos utilizados para responder à questão central desta tese: a teoria do ciclo de vida é capaz de prever a mudança no uso e cobertura do solo em fronteiras com crescente integração com os mercados? Para tanto, utilizamos uma combinação de dados e métodos de naturezas distintas (qualitativa, visual/espacial e quantitativa), de modo que as limitações de um tipo de dado/método fossem balanceadas com as vantagens de outro (Axxin & Pearce, 2006; Pearce, 2002). As seções subseqüentes apresentam as razões da escolha dos dados e dos métodos, a operacionalização dos instrumentos utilizados (tratamento dos dados), além de uma breve discussão sobre os alcances e limitações da estratégia e dos dados.

### 4.1 Dados

Neste trabalho, utilizamos quatro fontes principais de dados: dados longitudinais primários (*survey*) para uma área de assentamento ao longo da Rodovia Transamazônica; séries temporais classificadas de imagem de satélite sobre a cobertura do solo e georeferenciadas a essa área de assentamento por meio de ferramentas disponíveis no *Sistema de Informação Georeferenciada (SIG)* e, por fim, descrição espacial dos sistemas de uso do solo feitos em parceria com os agricultores locais da região em torno de Altamira e entrevistas semi-estruturadas conduzidas com esses agricultores.

#### *Os dados quantitativos de levantamento*

Os dados socioeconômicos e de uso da terra referentes à área de estudo em torno do município de Altamira (Pará) são parte do projeto *Amazonian Deforestation and the Structure of Households*, financiado pelo *National Institute of Child Health and Human Development* (NIH - HD35811-04), coordenado pelo investigador principal Emílio Moran e organizado por um grupo de pesquisadores do *Antropological Center for Training on Global Environmental Change* (ACT), na Indiana University. O projeto é uma parceria binacional e conta com a colaboração de pesquisadores do Núcleo de Estudos Populacionais

(NEPO), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Para maiores detalhes sobre a estrutura do projeto, ver Moran *et al.* (2007), VanWey, D'Antona & Brondízio (2007), McCracken *et al.* (2002) e Brondízio *et al.* (2002).

O projeto envolve três áreas de estudo: Altamira-PA (dados para 1997/98 e 2005), Santarém-PA (dados para 2003 e 2009) e Lucas do Rio Verde-MT (dados para 2009). Esta tese utiliza somente os dados de Altamira por três razões principais: a) única base de dados longitudinal com os dados de ambas as ondas digitados e disponíveis sob formato de microdados; b) Altamira é uma fronteira agrícola de base predominantemente familiar, e relativamente jovem, se comparada a Santarém, em que o processo de mudança social, a integração com o mercado e o próprio desmatamento ainda estão em curso (VanWey, D'Antona & Brondízio, 2007); c) diferentemente de Santarém e Lucas do Rio Verde, a fronteira agrícola de Altamira não sofreu influência da expansão da soja (forçando a consolidação e desfigurando a base de produção essencialmente domiciliar), e é considerado um projeto relativamente bem-sucedido de assentamento agrícola dentre os projetos das *fronteiras populistas* (Brondízio & Moran, 2008), com indícios recentes de drástica redução da pobreza (Guedes *et al.*, 2009) e baixos níveis de fragmentação e consolidação de terras (Ludewigs *et al.*, 2009)<sup>19</sup>.

Existem duas ondas de dados para a área de estudo de Altamira com disponibilidade de informações sobre composição demográfica domiciliar, dados socioeconômicos, produção agrícola e classes de uso/cobertura do solo: a primeira em 1997/1998 e a segunda em 2005. Os dados de 1997/1998 correspondem a uma amostra de domicílios que representavam a posse de 402 parcelas de terra. As parcelas correspondem a uma amostra aleatória estratificada dos lotes definidos pelo INCRA<sup>20</sup> (digitalizados a partir de mapas impressos – de papel – dos limites das parcelas, com essas fronteiras então corrigidas com base em trabalho de campo). A amostra foi estratificada por coortes de assentamento (o ano de chegada para o domicílio de colonização), definidas pelo ano em que pelo menos 5% de área desmatada dentro de cada parcela de terra eram visíveis nas imagens classificadas de

---

<sup>19</sup> O capítulo 3 inclui maiores detalhes sobre as características biofísicas e sociodemográficas e sobre cobertura e uso do solo que caracterizam a região de estudo.

<sup>20</sup> Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

satélite<sup>21</sup> (Brondízio *et al.*, 2002). Por exemplo, se 1973 foi o primeiro ano em que 5% de um lote específico, digamos o lote 15, foi classificado como área desmatada, sendo os demais 95% sob cobertura florestal intacta, esse lote foi considerado como se estabelecendo na área de estudo em 1973. Portanto, o lote 15 foi considerado como membro da coorte de assentamento do ano de 1973<sup>22</sup>. O mesmo procedimento foi repetido para todos os lotes da grade original de lotes definidos pelo INCRA. Na pesquisa, o chefe do domicílio com propriedade própria (homem ou mulher) e seu respectivo cônjuge foram entrevistados (incluindo alguns que não viviam em suas propriedades). Para o homem, foi aplicado o questionário econômico e de uso da terra; para a dona de casa (mulher do chefe), aplicou-se um questionário socioeconômico e demográfico. Também foram entrevistadas todas as outras mulheres na propriedade que tinham 15 anos ou mais de idade. Para essas, foi aplicado apenas o questionário de história reprodutiva e de uso de métodos contraceptivos (Moran *et al.*, 2007).

Em 2005, foi conduzida uma pesquisa de acompanhamento (*follow-up*) que procurou entrevistar três grupos de pessoas: o mesmo casal entrevistado em 1997/1998, os domicílios localizados em qualquer porção da propriedade amostrada em 1997/1998, e os filhos do casal entrevistado em 1997/1998 que haviam se mudado dos domicílios dos pais e residiam em seu próprio domicílio em 2005. A pesquisa limitou-se ao acompanhamento daquelas pessoas que ainda viviam na zona rural da área de estudo e àquelas que viviam nas áreas urbanas de Uruará, Brasil Novo, Medicilândia e Altamira. Foi entrevistado pelo menos um dos membros dos casais entrevistados em 1997/1998 (ou seja, o chefe, a esposa ou ambos) para 363 dentre 399 domicílios originalmente entrevistados em 1997/1998. Dos 399 chefes de domicílios homens, 339 foram entrevistados, 22 faleceram, 25 haviam deixado a área de estudo, 3 se recusaram e para 10 não se pôde localizar qualquer tipo de

---

<sup>21</sup> Para tanto, foram utilizadas imagens classificadas de satélite sobre a cobertura do solo da área de estudo, sobreposta à grade original das propriedades fornecidas aos colonos pelo INCRA. Foram utilizadas imagens para diferentes anos: 1970, 1973, 1975, 1976, 1978, 1979, 1985, 1988, 1991 e 1996, representando aproximadamente 27, 24, 22, 21, 19, 18, 12, 9, 6 e 2 anos precedentes à coleta dos dados. Para as imagens da década de 1970, foram utilizadas imagens Landsat Multispectral Scanner (MSS), ao passo que, para as décadas de 1980 e 1990, foram utilizadas imagens de satélite do tipo Thematic Mapper (TM). Foram também utilizadas fotografias aéreas no ano de 1970 para completar a sequência de imagens que compuseram a série temporal classificada da cobertura do solo da área de estudo. Para maiores detalhes, ver Brondízio *et al.* (2002).

<sup>22</sup> Essa estratégia de identificação da coorte de assentamento por meio dos primeiros 5% de áreas desmatadas foi utilizada somente durante a fase de amostragem para se definir a seleção de lotes baseada na representatividade de coortes de chegada. Durante a aplicação do questionário, no entanto, foi perguntado a cada entrevistado o ano exato de chegada tanto à região quanto ao lote entrevistado (McCracken *et al.*, 2002, 1999; Moran, Brondízio & McCracken, 2002).

informação. Das 372 mulheres donas de casa, 320 foram entrevistadas, 14 haviam falecido, 22 tinham deixado a área de estudo, 3 se recusaram e não foi possível obter informações para 13. Foram entrevistados 384 domicílios próprios dos 402 da onda anterior (1997/1998). Finalmente, foram realizados acompanhamentos de 990 filhos que estavam no domicílio do casal entrevistado em 1997/1998. Desses, 787 foram entrevistados, 17 faleceram, 119 estavam fora da área de estudo e para 65 foi impossível obter informação (Moran *et al.*, 2007).

### **Construção das amostras de interesse**

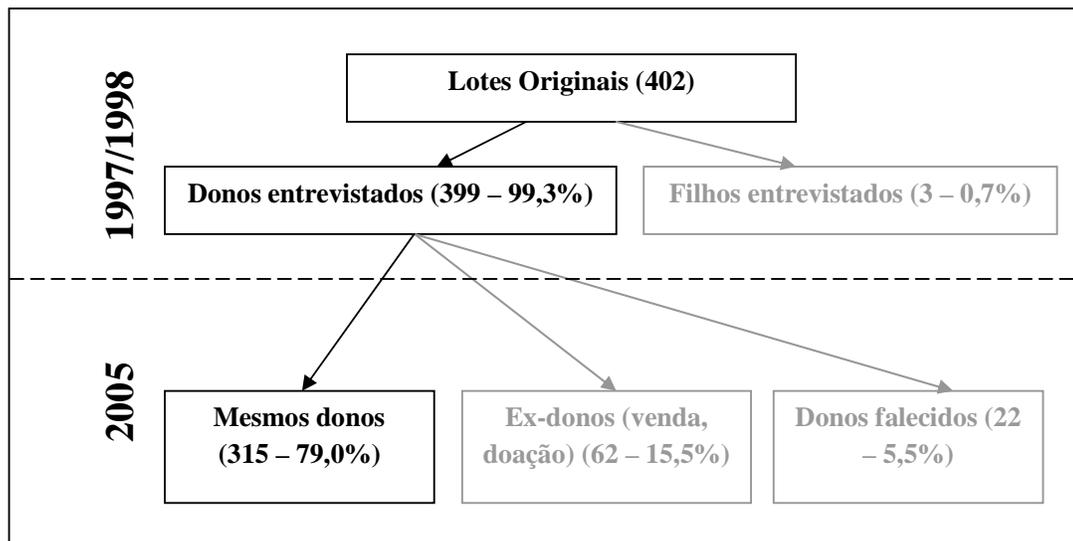
Esta tese faz intenso uso das duas ondas de dados. Como a nossa unidade de análise é o domicílio e seu lote, preservamos apenas os domicílios que permaneceram com os mesmos lotes entre 1997/1998 e 2005. A possibilidade de associar um lote a um domicílio advém da existência dessa correspondência 1:1 em 1997/1998 na nossa área de estudo<sup>23</sup> (Moran, Brondízio & McCracken, 2002). O atrito gerado entre as duas datas de coleta dos dados ocorre, no caso desta tese, em função dos processos de fragmentação/consolidação de lotes por motivo de venda ou herança. Dentre os 399 lotes originais com os próprios donos entrevistados em 1997/98, apenas 315 mantiveram a propriedade em 2005 (FIG. 4.1).

Algumas observações adicionais foram descartadas em razão de dados faltantes. Dentre os 315 lotes, 14 não possuíam informações sobre uso/cobertura do solo em 2005, totalizando 301 casos válidos. Como este trabalho utiliza duas variáveis dependentes nos modelos de uso/cobertura do solo, quais sejam, área desmatada e sistemas de uso do solo, informações adicionais foram perdidas para a construção da segunda variável dependente. Entre os 301 lotes com informação sobre cobertura/uso do solo, 8 não possuíam informação sobre a produção agrícola no ano anterior à pesquisa, tendo sido, portanto, descartados (FIG. 4.2). Desse modo, para os modelos de desmatamento, a amostra-base totalizou 301 observações válidas. Para os modelos de sistemas de uso do solo, a amostra-base totalizou 293 casos.

---

<sup>23</sup> Esse tipo de pareamento difere de outras áreas, como em Nang Rong (Tailândia), onde um mesmo domicílio administra vários lotes ou um mesmo lote pertence a diferentes unidades domésticas (Entwisle *et al.*, 1998).

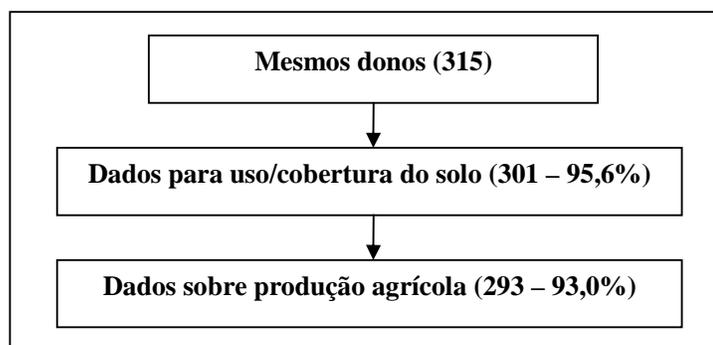
**Figura 4.1: Atrito entre ondas de dados para área de estudo de Altamira (Pará) – 1997/1998 e 2005**



**Fonte:** Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997/1998, 2005).

**Nota:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Figura 4.2: Informações completas para construção das variáveis dependentes utilizadas – Altamira, 2005**



**Fonte:** Elaboração própria a partir dos dados de Altamira (1997/1998, 2005)

**Nota:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

### ***Os dados classificados de cobertura do solo através de sensoriamento remoto***

Para a obtenção dos dados referentes a classes de cobertura do solo (floresta, não-floresta e nuvens/sombra de nuvens), foram utilizadas imagens Landsat TM (*Thematic Mapper*) para os anos de 1995, 1996, 1997 (McCracken *et al.*, 1999; Mausel *et al.*, 1993) e imagens

Landsat 7 ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper*) para os anos de 2004, 2005 e 2006 (Lu, Batistela & Moran, 2008) de modo a capturar os *pixels* com menor cobertura de nuvem e sombra de nuvens para os anos de 1996 e 2005.

Para a cobertura classificada em 1996, utilizamos imagens do tipo Landsat TM com resolução de 30 metros, permitindo observações com *pixels* de aproximadamente 0,09 hectares. Essas imagens foram classificadas usando uma abordagem híbrida (supervisionada e não-supervisionada), tomando vantagem de uma grande base de dados de campo compreendendo amostras de prova e inventários detalhados da vegetação coletados durante 1992 e 1993. As imagens foram agrupadas nas seguintes classes: água, floresta, sucessão secundária inicial (SS1), sucessão secundária intermediária (SS2), sucessão secundária avançada (SS3), pasto e solo exposto (Brondízio *et al.*, 2002: 141). Para detalhes técnicos do processo de classificação, ver McCracken *et al.* (1999); Moran *et al.* (1994) e Mausel *et al.* (1993).

Para a cobertura classificada em 2005, utilizamos uma imagem com falhas preenchidas do tipo Landsat 7 ETM+ da área de estudo de Altamira obtida do USGS (trajetória 226, linha 062, adquirida em 18 de Julho de 2005). A imagem Landsat 2005 foi corrigida a imagens previamente adquiridas (erro RMS inferior a 0,5 *pixels*), radiometricamente calibrada, e atmosféricamente corrigida utilizando o método de subtração de pontos escuros (Green, Schweik & Randolph, 2005). Uma classificação não-supervisionada de 350 classes foi gerada tendo por base uma imagem composta de camadas empilhadas (sobrepostas) contendo a informação espectral Landsat original, uma camada correspondente ao índice normalizado de diferença da vegetação (NDVI, em inglês), e análises de componentes principais (PCA, em inglês) bandas 1, 2 e 3. As 350 classes foram então agregadas em classes de cobertura de interesse (mata primária, mata de sucessão secundária, pasto, superfície impermeável, água, campos de cana de açúcar, nuvem e sombra de nuvem), baseadas em uma combinação de interpretação visual do conjunto de imagens, conhecimento da área de estudo, dados de prova de solo, dados de pesquisa amostral, e classificações prévias das classes de cobertura do solo feitas para a região (Lu, Batistela & Moran, 2004, Lu, Moran & Batistela, 2003; Lu *et al.*, 2004, 2003). Aplicamos também um filtro majoritário focal na imagem para remover ruídos na imagem classificada resultante (Lu, Batistela & Moran, 2008; Evans, VanWey & Moran, 2005).

Uma vez obtidas as imagens classificadas finais para 1996 e 2005, a superfície contínua gerada na paisagem foi particionada de modo a sobrepor cada propriedade entrevistada em 1997/98 e 2005<sup>24</sup>. Para tanto, foram empregados os limites da propriedade na grade original de lotes do INCRA atualizados durante o trabalho de campo, com base em informações providas pelos agricultores e advindas dos pontos contidos no Sistema de Posicionamento Global (GPS, em inglês), tomados nas extremidades de cada uma das propriedades amostradas e efetivamente entrevistadas (VanWey, D'Antona & Brondízio, 2007; Evans, VanWey & Moran, 2005). A sobreposição das imagens classificadas com a grade corrigida de propriedades foi feita dentro do programa ArcGIS 9.2, de modo a obter as medidas de desmatamento e demais classes.

### ***Os dados qualitativos: mapas participativos dos sistemas de uso do solo***

Os dados qualitativos coletados neste estudo, a Descrição Espacial da Propriedade (DEP) e entrevistas semi-estruturadas sobre os sistemas de uso do solo da região, foram utilizados para auxiliar na definição do número e caracterização dos perfis de referência para a classificação dos sistemas de uso do solo.

A fase qualitativa de coleta de dados ocorreu entre 07/Agosto/2009 e 10/Agosto/2009 na região de estudo de Altamira. Antes de ir a campo, analisamos os tipos mais prevalentes de uso do solo dentre os 402 lotes pertencentes à área de estudo de Altamira e, com base nesses perfis, montamos um roteiro de entrevista sobre a organização desses tipos de uso da terra (ver roteiro em anexo, QUADRO A.1). A análise prévia dos dados revelou quatro grupos principais<sup>25</sup>: a) especialização em culturas perenes, b) especialização em pasto, c) combinação de pasto e perenes, e d) sem especialização definida. Selecionamos um proprietário, entre os 402 originalmente entrevistados em 1997/98, que se enquadrasse a um dos tipos de sistema de uso do solo identificados na análise descritiva pré-campo. Antes de ir a campo, contactamos um dos entrevistadores originais do levantamento

---

<sup>24</sup> Como as categorias finais classificadas a partir das imagens de satélite apresentam classes distintas, e não perfeitamente comparáveis, utilizamos somente as categorias mata-primária x demais classes, reduzindo a imprecisão nas estimativas ao longo do tempo.

<sup>25</sup> Esses perfis foram gerados utilizando-se a função *quick cluster* (com algoritmo *kmeans*) do programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 13.0 (seguindo procedimento similar ao utilizado por Browder, Pedlowski & Summers, 2004, Walker *et al.*, 2002 e Marquette, 1998).

realizado em 2005, e que reside na região. Pedimos, então, que ele agendasse as entrevistas com os quatro proprietários selecionados. Não houve caso de recusa.

Os dados qualitativos coletados tomaram vantagem da aprovação do projeto *Amazonian Deforestation and the Structure of Households* pelo comitê de ética da FCM (Faculdade de Ciências Médicas)/Unicamp (ver FIG. A.1). O mesmo comitê, em documento homologado em 2002, dispensou o grupo de pesquisadores da obrigatoriedade de entrega do termo de consentimento escrito e assinado aos entrevistados. Foi considerado suficiente o detalhamento verbal para cada entrevistado sobre as condições da entrevista, o propósito da pesquisa e a extensão do uso das informações coletadas (ver FIG. A.2).

Durante a fase de pesquisa qualitativa, dois instrumentos foram utilizados: a ficha de Descrição Espacial da Propriedade (DEP) e um roteiro de entrevista semi-estruturada. Cada entrevistado recebeu um papel quadriculado, em formato A4, contendo uma régua impressa para orientação de escala da propriedade, e elementos de georeferenciamento na parte inferior da página<sup>26</sup> (bússola impressa para indicar o norte geográfico e legenda de marcos importantes a serem definidos dentro de cada propriedade). Diferentemente dos mapas gerados com base nas DEPs obtidas durante o trabalho de coleta original dos dados de levantamento em 1997/1998 e 2005 em Altamira (ver, por exemplo, D'Antona *et al.*, 2008a, 2008b), os mapas construídos com os quatro proprietários rurais *não* correspondem a qualquer propriedade específica, reduzindo o potencial de revelação de identidade espacial, conforme alertam VanWey, Ostrom & Meretsky (2005)<sup>27</sup>.

Após a confecção dos mapas, foi conduzida uma entrevista com cada um dos proprietários, os quais discorreram detalhadamente sobre a organização socioespacial dos sistemas de uso do solo representados nas DEPs. Diferentemente da estratégia de livre discurso das entrevistas em profundidade (Miles & Huberman, 1994), as entrevistas semi-estruturadas foram conduzidas respeitando os tópicos presentes no roteiro descrito no QUADRO A.1 (em anexo). Após a coleta das informações, as entrevistas foram transcritas e apresentadas a cada um dos entrevistados. Conforme sugerido por Miles & Huberman (1994), após a transcrição, foi feita uma leitura detalhada do texto transcrito para que uma visão mais

---

<sup>26</sup> Exemplo de uma ficha DEP na FIG. A.3 encontra-se em anexo.

<sup>27</sup> Esses instrumentos, no entanto, descrevem tipos considerados pelos entrevistados como representativos dos sistemas de uso do solo típicos da área de estudo de Altamira e foram livremente sugeridos pelos entrevistados que participaram dessa fase qualitativa.

geral do conteúdo emergisse e facilitasse o aprimoramento da codificação de pontos fundamentais da entrevista. Essas entrevistas transcritas nos ajudaram a reorganizar alguns elementos das DEPs juntamente com os proprietários dos lotes entrevistados ainda durante o trabalho de campo, de modo a compatibilizar a informação das entrevistas com as representadas nas DEPs. Esse procedimento foi baseado na técnica de calibragem pós-coleta de dados sugerida por Pearce (2002) e adaptado para os propósitos do estudo. Com esse procedimento, acreditamos ter aumentado a qualidade dos dados<sup>28</sup> obtidos sobre os sistemas de uso do solo representados pelas descrições espaciais obtidas.

## **4.2 Estratégia Empírica**

Nesta tese testamos o modelo adaptado de ciclo de vida, sugerido no capítulo 2, para dois diferentes tipos de variáveis dependentes: área desmatada (*modelo de desmatamento*) e sistemas de uso do solo (*modelo de sistemas de uso do solo*), uma vez que a influência dos indicadores do ciclo de vida e do lote variam dependendo da classe de uso/cobertura utilizada, conforme sugerido pela TAB. 2.1 e confirmado pelas TAB A.1a e TAB A.1b. As seções seguintes descrevem as estratégias de medição das variáveis endógenas e as técnicas de estimação utilizadas para cada um dos dois modelos.

### **4.2.1 Modelos de Desmatamento**

#### ***Medição das Variáveis Endógenas***

Alguns estudos apontam diferenças na delimitação de áreas desmatadas dependendo da fonte dos dados. Por exemplo, o desmatamento medido por imagens classificadas de satélite (sensoriamento remoto) tem a vantagem de usar modelos computacionais e matemáticos amplamente discutidos na literatura científica de sensoriamento remoto (Lu, Batistela & Moran, 2008; Evans, VanWey & Moran, 2005; Green, Schweik & Randolph, 2005; Lu, 2005), embora em ambientes com uma cobertura vegetal complexa, algumas classes podem ser erroneamente interpretadas (Evans, VanWey & Moran, 2005). O erro

---

<sup>28</sup> Apesar da tentativa de aumentar a qualidade das informações sobre os tipos representados nas DEPs, esses resultados não têm um propósito de representatividade estatística e são utilizados apenas como **mais um** dos critérios na identificação dos tipos puros finais no modelo Grade of Membership que será apresentado adiante.

ocasionado por nuvens e sombra de nuvens adiciona às fontes de imprecisão características das classificações remotas (Aldrich *et al.*, 2006; McCracken *et al.*, 2002). As medidas reportadas em questionário por meio de entrevista, por outro lado, são sujeitas à sub/sobre-estimação devido ao “efeito normativo” de adequação às exigências legais de preservação (VanWey, D’Antona & Brondízio, 2007). Por outro lado, as medidas auto-reportadas trazem consigo o sentido social das áreas em uso, e representam melhor o conceito de mata em determinados contextos (D’Antona, Cak & VanWey., 2008).

Assim, nesta tese utilizamos tanto a área desmatada baseada em sensoriamento remoto quanto às reportadas pelos agricultores durante as entrevistas de campo em 1997/1998 e 2005 para testar a sensibilidade dos resultados em relação a ambas as medidas. A medida da área desmatada no lote baseada em questionário foi calculada como a diferença da área total do lote em 2005 e da área reportada como mata primária no mesmo ano subtraída da diferença da área total do lote no momento da aquisição e da área reportada como mata primária no mesmo ano<sup>29</sup> (ver FIG. A.4) e totalizou 301 lotes com informações válidas, dentre os 315 iniciais. As fórmulas aplicadas para o cálculo da área desmatada em 2005 e para o desmatamento entre 1997/1998<sup>30</sup> e 2005 foram:

$$\text{Área Desmatada}_{2005}^{\text{Dados de Levantamento}} = \left( \text{Área Total}^{2005} - \text{Mata Pr imária}^{2005} \right) - \left( \text{Área Total}^{\text{Ano Aquisição}} - \text{Mata Pr imária}^{\text{Ano Aquisição}} \right)$$

$$\text{Desmatamen to}_{1997/1998 \rightarrow 2005}^{\text{Dados de Levantamento}} = \text{Área Desmatada}^{2005} - \text{Área Desmatada}^{1997/1998}$$

Para a área desmatada baseada em sensoriamento remoto, mantivemos as propriedades amostradas que tinham menos do que 10% de nuvens ou sombra de nuvens em cada uma das imagens de satélite classificadas (256 lotes dentre os 315 casos válidos). Essa restrição reduz o erro de medida, já que a área em mata primária é calculada a partir de dados de satélites baseados somente na parte observável da propriedade, ou seja, partes sem nuvens ou sombra de nuvens (Evans, VanWey & Moran, 2005). Assim, foram utilizadas as seguintes medidas como área desmatada em 2005 e aumento do desmatamento entre 1996 e 2005 através das imagens:

<sup>29</sup> Para obter o tamanho do lote e área em mata primária no momento da aquisição do lote, foram utilizadas as mesmas informações (FIG. A.4). Porém, para o questionário de 1997/1998, a FIG. A.4 é um exemplo da ficha de Uso e Cobertura da Terra para o questionário de 2005.

<sup>30</sup> A área desmatada em 1997/1998 segue a mesma lógica do cálculo da área desmatada em 2005, porém utilizando informação sobre a área total e a área em mata primária para os dados de 1997/998.

$\text{Área Desmatada}_{2005}^{\text{Sensoriamento Remoto}} = \left( \text{Área Total}^{2005} - \text{Mata Primária}^{2005} \right) - \left( \text{Área Total}^{\text{AnoAquisição}} - \text{Mata Primária}^{\text{AnoAquisição}} \right)$   
 se Área Nuvem / Sombra < 10%.

$\text{Desmatamento}_{1996 \rightarrow 2005}^{\text{Sensoriamento Remoto}} = \text{Área Desmatada}^{2005} - \text{Área Desmatada}^{1996}$   
 se Área Nuvem / Sombra (1996 e 2005) < 10%.

### **Especificação dos modelos**

Utilizamos dois tipos de modelos de desmatamento: *escalares* (variáveis dependentes medidas em hectares) e *proporcionais* (variáveis dependentes expressas como proporção da área total do lote). As variáveis independentes (TAB. 2.1) foram agrupadas da seguinte forma: variáveis do ciclo de vida domiciliar em 1997/1998 (CVD), variáveis de ciclo do lote em 1997/1998 (CL), variáveis de interação rural-urbano em 1997/1998 e 2005 (IRU), variáveis de rede social em 1997/1998 (RS), variáveis de integração com o mercado em 1997/1998 (IM), variáveis de controle em 1997/1998 (VC), utilização de crédito agrícola em 1997/1998<sup>31</sup> (CA). Cada grupo de variável independente será detalhado nos capítulos 5 e 6, onde são apresentados os modelos empíricos estimados.

Dois diferentes grupos de modelos multivariados foram considerados, representando cada um dos dois tipos: (1) variável dependente medida em 2005 e, (2) variável dependente representando a mudança entre 1997/1998 (ou 1996, para os dados de sensoriamento remoto) e 2005. Modelos desagregados por coortes de assentamento (4 submodelos para cada um dos grupos acima) também foram incluídos. Os modelos por coorte são uma forma de testar a sensibilidade das variáveis de ciclo de vida por coorte de assentamento, conforme sugerido pela FIG. 2.1 (capítulo 2). Assim, se o pressuposto<sup>32</sup> dos modelos originais de ciclo de vida (por exemplo, McCracken *et al.*, 1999, Walker & Homma, 1996) estiver correto, a direção do efeito das indicadores de ciclo de vida deveria ser o mesmo ou

<sup>31</sup> O crédito agrícola foi separado dos demais grupos de variáveis dependentes pois é endogenamente relacionado com a área desmatada, tendo sido, portanto, instrumentalizado. O procedimento é descrito mais adiante.

<sup>32</sup> O pressuposto implícito aos modelos de Walker & Homma (1996) e McCracken *et al.* (1999) é o de que as trajetórias de demanda e uso do solo repetem-se com as novas coortes, dependendo de seu momento no ciclo de vida demográfico domiciliar.

aproximadamente o mesmo, independentemente da coorte de assentamento entre os agricultores da primeira geração (Brondízio *et al.*, 2002).

### Modelos Escalares – Regressões Lineares por Mínimos Quadrados

O desmatamento foi inicialmente instrumentalizado como: a) a área do lote desmatada entre o momento da aquisição e 2005 e b) o aumento na área desmatada entre os dois períodos (1997/1998 [1996] e 2005). As medidas estão expressas em hectares. Para modelar esse tipo de medida de natureza contínua foram utilizadas regressões lineares baseadas em mínimos quadrados (Wooldridge, 2002), representadas pela seguinte equação multivariada:

$$Y_i^t = \beta_{0i}^t + \beta_{1i}^{t-1} + \dots + \beta_{ki}^{t-1} + \varepsilon_i^t \quad \text{com } \varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

$$Y_i^{t-(t-1)} = \beta_{0i}^{t-(t-1)} + \beta_{1i}^{t-1} + \dots + \beta_{ki}^{t-1} + \varepsilon_i^{t-(t-1)} \quad \text{com } \varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

Os modelos de regressão seguiram as seguintes especificações funcionais:

#### Modelos agregados

$$AD_i^{05} = \beta_0^{05} + \beta_1^{9798}(CVD)_i + \beta_2^{9798}(CL)_i + \beta_3^{9798}(CVD*CVL)_i + \beta_4^{05/9798}(IRU)_i + \beta_5^{9798}(RS)_i \\ + \beta_6^{9798}(IM)_i + \beta_7^{9798}(VC)_i + \beta_8^{9798}(CA)_i + \varepsilon_i$$

$$AD_i^{05-9798} = \beta_0^{05-9798} + \beta_1^{9798}(CVD)_i + \beta_2^{9798}(CL)_i + \beta_3^{9798}(CVD*CVL)_i + \beta_4^{05/9798}(IRU)_i + \beta_5^{9798}(RS)_i \\ + \beta_6^{9798}(IM)_i + \beta_7^{9798}(VC)_i + \beta_8^{9798}(CA)_i + \varepsilon_i$$

#### Modelos por coorte de assentamento

$${}^c AD_i^{05} = \beta_0^{05} + \beta_1^{9798}(CVD)_i + \beta_2^{05/9798}(IRU)_i + \beta_3^{9798}(RS)_i + \beta_4^{9798}(IM)_i + \beta_5^{9798}(VC)_i + \beta_6^{9798}(CA)_i + \varepsilon_i$$

$${}^c AD_i^{05-9798} = \beta_0^{05} + \beta_1^{9798}(CVD)_i + \beta_2^{05/9798}(IRU)_i + \beta_3^{9798}(RS)_i + \beta_4^{9798}(IM)_i + \beta_5^{9798}(VC)_i + \beta_6^{9798}(CA)_i + \varepsilon_i$$

sendo c (coorte de assentamento), a saber: anteriores a 1976, 1976-1985, 1986-1990, posteriores a 1990.

onde:

AD = valor predito para a variável dependente (área total desmatada ou aumento da área desmatada entre os períodos)

$\beta_0$  = coeficiente da regressão para a constante

$\beta_{1...8}$  = coeficiente da regressão para cada variável independente

$\varepsilon$  = termo de erro (resíduo) com distribuição normal

### Modelos Proporcionais – Regressão Tobit

Para os modelos proporcionais, utilizamos regressões Tobit com as mesmas variáveis independentes dos modelos escalares e para os mesmos grupos de equações. O modelo Tobit é aplicado a casos de variáveis dependentes censuradas ou em variáveis com solução de canto. No primeiro caso, valores do regressando (Y) só são observados para certos valores dos regressores (X). No segundo caso, Y representa uma variável de escolha observável, contínua e aleatória, e que tem probabilidade positiva de assumir o valor 0. Ao transformarmos a variável indicadora de desmatamento em proporção desmatada do lote (variando de 0 a 100%), admitimos a possibilidade de solução de canto, ou seja, a possibilidade de escolha ótima de  $Y(\% \text{ desmatado}) = 0$  ou 100. Na presença de variáveis que sinalizem a possibilidade de solução de canto ( $Y = 0 \mid X = x$ , por exemplo), Wooldridge (2002) sugere a utilização dos modelos truncados<sup>33</sup>, ou modelo Tobit.

No modelo Tobit, consideramos uma distribuição de probabilidade de ocorrência de uma variável aleatória Y, F(y), truncada em um ou mais valores da distribuição. No caso da proporção desmatada, o modelo proporcional impõe uma restrição inferior de 0% (digamos, ponto a) e superior de 100% (ponto b). Assim, a probabilidade de ocorrência de y dentro do intervalo é:

$$\Pr(Y \leq y \mid a < Y < b) = \frac{\Pr(a < Y \leq y)}{\Pr(a < Y < b)} = \frac{F(y) - F(a)}{F(b) - F(a)}, \quad \text{para } a < y < b$$

Empiricamente, consideramos que  $Y_i^*$  é uma variável latente, tal que:

$$Y_i^* = X_i \beta + u_i, \quad \text{sendo:}$$

$$X_i = [1 \ X_{1i} \ X_{2i} \ \dots \ X_{ki}] \quad \text{e} \quad \beta = [\beta_0 \ \beta_1 \ \beta_2 \ \dots \ \beta_k]$$

<sup>33</sup> O modelo Tobit difere do modelo baseado em MQO por usar estimadores de Máxima Verossimilhança e por considerar a relação entre X e Y de forma não-linear. Os valores dos coeficientes estimados pelo Tobit e MQO são, portanto, não comparáveis. Sua limitação advém do fato das escolhas entre  $Y = 0$  e  $Y > 0$  ocorrerem simultaneamente à escolha do nível de  $Y \mid Y > 0$  (Wooldridge, 2002: 536).

No caso de duplo truncamento (restrições à direita e à esquerda),  $Y_i^*$  assumirá os seguintes valores observáveis:

$$Y_i = \begin{cases} 0 & \text{se } Y_i^* = 0 \\ Y_i^* & \text{se } 0 < Y_i^* < 100, \\ 100 & \text{se } Y_i^* = 100 \end{cases} \text{ com } u_i \sim i.i.d. N(0, \sigma^2)$$

Os estimadores podem ser obtidos segundo diferentes métodos, porém neste trabalho utilizamos os estimadores de Máxima Verossimilhança (Schneider, 2005).

### ***Questões de endogeneidade***

No contexto da Amazônia rural, o crédito agrícola tem sido amplamente utilizado para financiar a derrubada de árvores, que por sua vez é usado como colateral para obtenção de títulos de propriedade (Caldas *et al.*, 2007; Helfand, 2001). Por outro lado, na ausência de títulos definitivos, alguns agricultores utilizam a área desmatada como colateral para obtenção de empréstimos (Walker, 2004). Assim, Caldas *et al.* (2007) chamam a atenção para a presença de endogeneidade entre crédito e desmatamento no contexto das fronteiras da Amazônia. Nesta tese, utilizamos o teste de Hausman para identificação empírica da endogeneidade sugerida entre crédito e desmatamento e o método das variáveis instrumentais para corrigir o viés presente nos estimadores de mínimos quadrados na presença de covariáveis endógenas. Os dois procedimentos metodológicos são descritos a seguir.

### **O Teste de Hausman**

Utilizamos o teste de Hausman (Hausman, 1978) neste trabalho na tentativa de identificarmos problemas relativos à endogeneidade entre crédito e desmatamento no contexto de nossa área de estudo. Para tanto, aplicamos o seguinte procedimento (Wooldridge, 2002):

1) Regredimos o número de créditos obtidos até o momento da pesquisa sobre as variáveis exógenas ao modelo de desmatamento (utilizando-se um modelo de Poisson, por se tratar de uma variável dependente de contagem<sup>34</sup>).

2) Estimamos o resíduo obtido do modelo anterior.

3) Regredimos a área desmatada em 2005 e o desmatamento entre 1997/1998 e 2005 sobre as variáveis exógenas ao modelo de desmatamento, além da variável representando o número de créditos obtidos e o resíduo gerado no passo 2.

4) Observamos a significância do teste t de Student para a variável do resíduo.

Regra de decisão: Se no passo 4 o valor de p for igual ou inferior a 0,05, identificamos endogeneidade entre crédito e desmatamento<sup>35</sup>.

### **O Método das Variáveis Instrumentais**

Para resolver o problema da endogeneidade que afeta a consistência dos estimadores obtidos tradicionalmente por MQO (Mínimos Quadrados Ordinários) ou MV (Máxima Verossimilhança), utilizamos o método MQ2E (Mínimo Quadrado Ordinário em 2 Estágios), também chamado de *método das variáveis instrumentais* (Wooldridge, 2002). Este método é capaz de retirar a endogeneidade que afeta a relação entre crédito e desmatamento e é realizado através de um sistema de 2 equações, uma para o desmatamento (AD) e outra para o crédito agrícola (CA):

$$AD = \beta_{10} + \beta_{11}X_{11} + \dots + \beta_{1k}X_{1k} + \gamma CA + \varepsilon_1 \quad (\text{modelo de desmatamento})$$

$$CA = \beta_{20} + \beta_{21}AD + \beta_{22}X_{21} + \dots + \beta_{2k}X_{2k-1} + \alpha Z + \varepsilon_2 \quad (\text{modelo de crédito})$$

com X representando as variáveis exógenas, definidas fora do modelo, AD e CA simultaneamente contidas nos modelos cruzados (representando a determinação simultânea) e Z correspondendo ao instrumento que está relacionado com CA, mas não com AD.

<sup>34</sup> Também testamos modelos binomiais negativos, porém o modelo de Poisson ajustou-se melhor aos dados.

<sup>35</sup> caso contrário, o resíduo não deveria conter mais informações relevantes para influenciar o desmatamento, já que todas as variáveis exógenas ao modelo de desmatamento já haviam entrado na equação de crédito no passo 1.

O que se precisa é de uma estimativa de CA que não seja correlacionada com  $\varepsilon_1$ . Isso é feito mediante a presença do instrumento Z na equação CA. O valor predito pelo modelo CA, então, passa a ser utilizado como instrumento na equação AD. Chamaremos neste trabalho de  $CA^{IV}$  a variável instrumental que tem alta correlação com CA, porém não é correlacionada com  $\varepsilon_1$ , e Z, o seu instrumento.

#### *Qual variável instrumentaliza o crédito?*

A relação entre desmatamento, crédito e titularidade da terra no contexto da Amazônia não é trivial e pouco enfatizada nos modelos teóricos, conforme lembram Caldas *et al.* (2007). A endogeneidade entre crédito e desmatamento é amplamente reconhecida nas áreas de assentamento da Amazônia Brasileira (Caldas *et al.*, 2007; Perz, Walker & Caldas, 2006). Enquanto o uso do crédito pode elevar o potencial de produção agropecuária, induzindo o desmatamento, é também verdade que a extensão da área desmatada tem sido usada como colateral para obtenção de novos créditos agrícolas (Helfand, 2001; Walker, Moran & Anselin, 2000; Alston, Libecap & Schneider, 1996). A posse de título de propriedade, por outro lado, tem sido tratada por alguns autores como uma medida de conservação, reduzindo o risco de investimento na propriedade (e, portanto, desacelerando o desmatamento) (Walker *et al.*, 2002). No caso brasileiro, ao contrário, a própria Consistuição Federal estimulava o desmatamento como medida de reclame de posse<sup>36</sup> (ver, por exemplo, Simmons *et al.*, 2007). Como a marcação da terra na área de estudo de Altamira ocorria no momento da chegada ao lote (Brondízio *et al.*, 2002; Moran, 1993), é razoável argumentar, ao menos no curto e médio prazos, que o título é uma consequência e não causa da demanda por terra<sup>37</sup>, embora seja utilizado como colateral para obtenção de

---

<sup>36</sup> Os agricultores da região chamam esse tipo de reclame de título via desmatamento de *marcação* (Caldas *et al.*, 2007; Campos, 2006).

<sup>37</sup> Os títulos de posse foram provisionados pelo INCRA após a demarcação de terras (desmate inicial), não estando, portanto, correlacionados com o desmatamento contemporâneo (1997/98 ou 2005), e sim com o desmatamento no momento de chegada ao lote (INCRA, 1978).

novos créditos (Helfand, 2001). Assim, a posse de título<sup>38</sup> foi utilizada nesta tese como instrumento<sup>39</sup> para o crédito agrícola.

#### 4.2.2 Modelos de Sistemas de Uso do Solo

##### *Medição das Variáveis Endógenas*

Os sistemas de uso do solo neste trabalho são definidos com base em dois critérios: *classes* de uso do solo e *agrupamentos (clusters)* de uso do solo. Para definir as *classes*, agregamos as principais áreas destinadas ao cultivo de culturas específicas (por exemplo, milho, mandioca, cacau, café, pimenta-do-reino, etc.) em classes utilizadas na literatura de tipologias de sistemas agrícolas, como anuais e perenes (Serrão & Homma, 1993; Nair 1991) e extraímos as demais classes de uso do solo, como pasto, floresta (mata primária), mata de sucessão secundária e demais usos/coberturas (casa e quintal, pomar e fontes de água) com base na tabela de cobertura e uso do solo dos lotes (ver FIG. A.4, coluna “Este Lote Hoje”, em anexo).

O critério de constituição dos sistemas de uso do solo a partir de análise de *clusters* seguiu uma estratégia semelhante aos estudos de Browder, Pedlowski & Summers (2004), Walker *et al.* (2002), Marquette (1998), Pichón *et al.* (1997a) e Bonnal *et al.* (1993), tomando-se a noção de produção conjunta refletindo o tipo de sistema de uso do solo. Para tanto, tomamos as classes de uso/cobertura já definidas e incorporamos o destino da produção agropecuária (auto-consumo, venda ou ambos) e o total produzido por cada tipo específico de cultura. Por não utilizar outros elementos da organização da produção (como tipo de mão-de-obra), os sistemas aqui definidos são chamados de “sistemas de uso” ao invés de “sistemas agrícolas”, conforme definidos pela Food and Agriculture Organization (Dixson, 2001).

---

<sup>38</sup> A maioria dos lotes entrevistados tinha algum título de posse, ainda que não definitivo (69%, de acordo com Ludewigs *et al.*, 2009). O conflito de terras é baixo na nossa área de estudo, quando comparados a outras regiões como o sul do Pará (Simmons *et al.*, 2007). Nesta tese não tratamos da relevante questão fundiária, apenas utilizamos o título de posse como instrumento. Para a questão de consolidação e fragmentação de lotes em Altamira, ver VanWey, Guedes & D’Antona (2008).

<sup>39</sup> Utilizamos como teste de validação do instrumento a significância do coeficiente do indicador de posse de título na regressão de crédito (CA) e do grau de correlação com crédito e com o resíduo da regressão desmatamento (AD). Os valores e o nível de significância (entre parênteses), são respectivamente: 0,245 (0,021); 0,1157 (0,000) 0,0081 (0,452).

Os *clusters* foram construídos com base no emprego da lógica de conjuntos nebulosos (*fuzzy logic*). A lógica *fuzzy* é baseada num modelo gravitacional (Manton, Woodbury & Tolley, 1994) que, neste trabalho, incorpora as regras observadas de alocação entre produção de subsistência e produção destinada à venda além da escala de produção. Esses sistemas, então definidos, são comparados com modelos de uso do solo baseados nas classes agregadas referidas acima (Jones *et al.*, 1995). Além de ser mais robusta na captação da heterogeneidade amostral (se comparada apenas à utilização das classes de uso/cobertura), a utilização de conjuntos nebulosos permite trabalhar com variáveis altamente endógenas (Manton, Woodbury & Tolley, 1994). Ademais, apesar de já ter sido aplicado na classificação de classes de cobertura vegetal (Brandtberg, 2002), a sua utilização para a classificação de sistemas de uso do solo parece ser uma iniciativa pioneira na literatura empírica.

Os sistemas de uso do solo aqui definidos diferem dos utilizados por Walker *et al.* (2002) e Bonnal *et al.* (1993) em dois aspectos fundamentais: a) a utilização de conjuntos nebulosos, ao invés de algoritmos *crisp* (que não permitem inclusão dos indivíduos a mais de um conjunto), pois os primeiros captam mais realisticamente produções conjuntas as quais não se enquadram em conjuntos bem definidos (por exemplo, especialização em perenes ou anuais); b) a utilização da destinação final da produção, ao invés do valor monetizado da produção total, pois a primeira dá um parâmetro mais realista da orientação dos sistemas de uso do solo, diferentemente dos sistemas de Walker *et al.* (2002) que monetizam a produção total do lote, independentemente de ser ou não voltada para o mercado. Essa segunda característica dos sistemas utilizados neste trabalho é fundamental para compreender o papel da integração com os mercados, uma vez que algumas culturas podem ser cultivadas predominantemente para o auto-consumo. Assim, poderia ocorrer um caso extremo de alto valor final (monetização da produção total) na ausência de integração com os mercados de venda. Esse tipo de situação é evitado com a utilização do destino da produção ao invés da monetização via atribuição de preços ao total produzido no lote.

Mas, por que o conceito de produção conjunta é importante para definir sistemas de uso do solo na região de estudo de Altamira? E por que esse é um conceito relevante para se entender a integração com os mercados e a relevância do ciclo de desenvolvimento domiciliar sobre a escolha dessas práticas multi-culturas?

Na região em torno de Altamira, da qual este trabalho se ocupa, há indícios de que práticas multi-cultura atinjam mais de 40% das propriedades, e de que a especialização em culturas de alto valor comercial (como gado ou perene) atinja quase 50% dos lotes (McCracken *et al.*, 2002). No entorno de Uruará, região contígua à Altamira e que foi utilizada no estudo de Walker *et al.* (2002), o percentual de lotes com sistemas especializados em gado ou perene é de apenas 13% (30% especializados apenas em anuais), o que revela a diferença no grau de envolvimento com o mercado e a rentabilidade implícita entre os sistemas de uso do solo das duas áreas (Perz, Walker & Caldas, 2006; Perz & Walker, 2002; Walker *et al.*, 2002). Relatos de campo e dados qualitativos também corroboram a associação entre domicílios jovens e especialização em anuais e domicílios mais numerosos e especialização em perenes (D'Antona, VanWey & Hayashi, 2006; Brondízio *et al.*, 2002). A especialização em criação de gado na região parece ocorrer independentemente do tempo de residência, estando mais associada a famílias menores e mais capitalizadas, pois tanto antigos donos bem capitalizados quanto novos donos inseridos no processo de consolidação tendem a se dedicar a esse tipo de sistema de uso do solo no entorno de Altamira e Uruará (Walker, Moran & Anselin, 2000).

### ***Construindo os sistemas de uso do solo***

Para a construção dos sistemas de uso do solo baseados em conjuntos nebulosos, seguimos os seguintes passos:

- a) Seleção e tratamento das variáveis relevantes: classes de uso do solo, destino da produção agropecuária e quantidade produzida;
- b) Utilização do programa *Grade of Membership* (GoM) versão 3.4, para gerar os graus de pertencimento aos perfis extremos;
- c) Emprego de regras de agrupamento para os tipos mistos dos demais baseados nos seus graus de pertencimento aos perfis extremos;
- d) Execução de testes de média para analisar a conformidade dos tipos mistos ao modelo teórico e, se necessário, reagrupá-los;

- e) Criação de uma variável endógena multinomial, baseada nos tipos definidos com base nos resultados obtidos com os passos b), c) e d).

### **Seleção e tratamento das variáveis**

As variáveis utilizadas na criação dos sistemas de uso do solo foram:

- a) Tamanho do lote (em hectares) em 2005 (valor reportado na linha “Propriedade” da coluna “Este Lote Hoje”, FIG. A.4)
- b) Área (em hectares) de cada lote em 2005 sob: culturas perenes, culturas anuais, pasto, mata primária e mata de sucessão secundária (exemplo na FIG. A.4, coluna “Este Lote Hoje”);
- c) Número de cabeças de gado existentes no lote em 31/dezembro/2004 (exemplo na FIG. A.5);
- d) total produzido em 2004 (convertidos em quilos-equivalente, utilizando-se variável 29.1, FIG. A.5, e associando-a ao peso correspondente em quilos) de: produtos de origem animal ou derivados (leite, queijo, ovos, mel de abelha), café, cacau, pimenta-do-reino, arroz, feijão, milho, mandioca e derivados (mandioca-brava, macaxeira, tucupi, farinha, tapioca), frutas (cupu, guaraná, caju, citros e demais listadas), e demais produtos (cipó, pupunha e demais listados) (ver exemplo na FIG. A.5, variável 29.2);
- e) Objetivo da produção por cada tipo de cultura listada em d): uso ou consumo doméstico, venda ou troca, ambos (ver variável 29.3, FIG. A.5).

As variáveis contínuas (como total produzido, tamanho do lote e classes de uso/cobertura do solo), foram categorizadas para serem utilizadas no programa GoM 3.4. Como algumas culturas apresentam baixa escala de produção, e como o interesse é comparar as estratégias de uso do solo *entre* os agricultores da nossa amostra, optamos por empregar a técnica de categorização quantílica para as variáveis contínuas. Assim, a produção de cada cultura foi acumulada ao longo da amostra e a produção específica de cada lote foi comparada à distribuição acumulada. Para cada variável, portanto, foram construídos quantis de produção por produto e classes específicos. O tamanho do lote, por seu turno, foi classificado em pequeno (até 90 hectares), padrão (entre 90 e 110 hectares) e grande

(acima de 110 hectares). Apesar do tamanho padrão dos lotes na região de estudo ser de 100 hectares (Ludewigs *et al.*, 2009), optamos por incorporar um desvio de 10 hectares a fim de evitar a influência de erros de mensuração. Todas as variáveis com observações faltantes foram excluídas (FIG. 4.2). Um total de 293 observações (lotes) foi empregado, incluindo 28 variáveis categorizadas.

### **O Método Grade of Membership (GoM)**

O programa estatístico GoM 3.4, utilizado na construção dos sistemas de uso do solo, é baseado no método *Grade of Membership* (GoM). O GoM é uma metodologia de mineração de dados utilizada para delinear grupos de elementos em relação a uma base de dados heterogênea e multidimensional (Manton, Woodbury & Tolley, 1994). Diferentemente de outras técnicas de análise multivariada, o método GoM não requer que indivíduos e objetos sejam organizados em conjuntos bem-definidos (*crisp*) (Woodbury, Clive & Garson, 1978) além de não assumir uma distribuição funcional (Caetano & Machado, 2009; Manton, Woodbury & Tolley, 1994).

A aplicação empírica do GoM requer a identificação de, ao menos, dois perfis extremos,  $k$ , derivados da associação não-observada entre as categorias das variáveis utilizadas no modelo. Para cada elemento da amostra,  $\sum_{i=1}^k$  graus de pertencimento,  $g_{ik}$ , são estimados em relação aos perfis extremos. Como o grau de pertencimento de cada elemento aos perfis extremos constitui um conjunto nebuloso, uma quantidade grande de variáveis é desejável para que esses perfis sejam mais bem delineados. Esses escores  $g_{ik}$  variam de 0 a 1. Zero indica que o elemento não pertence ao conjunto e 1 implica que este elemento pertence completamente àquele conjunto.

O modelo estima dois parâmetros principais,  $g_{ik}$  e  $\lambda_{kji}$ , e assume que as respostas dadas por cada indivíduo são independentes entre os indivíduos. Os escores  $g_{ik}$  ( $k = 1, 2, \dots, k$ ) são momentos de um vetor aleatório  $\zeta_i = (\zeta_{i1}, \dots, \zeta_{ik})$  com função de distribuição  $H(x) = P(\zeta_i \leq x)$ . Portanto, os escores do GoM são o resultado de variáveis aleatórias quando um elemento é selecionado na população sob análise. A distribuição das amostras das sucessivas realizações (os escores da amostra) dá a estimativa da função de distribuição  $H(x)$ . Se o grau de pertencimento,  $g_{ik}$ , é conhecido, as respostas às questões (variáveis)  $Y_{ijl}$  pelo elemento “ $i$ ” são independentes entre as categorias para a mesma variável. A probabilidade de ocorrência da resposta “ $l$ ”, para a “ $j$ -ésima” questão (variável), para o

elemento com o “k-ésimo” perfil extremo, é  $\lambda_{kjl}$ . Por pressuposto, há ao menos um elemento que é um membro bem-definido (*crisp*) de pertencimento ao “k-ésimo” perfil. Esse pressuposto fornece a probabilidade de resposta a cada categoria para cada questão (variável) em um mesmo elemento, gerando densidade na distribuição total das categorias das variáveis utilizadas na amostra (Manton, Woodbury & Tolley, 1994).

Assim, a probabilidade de uma resposta de nível “1”, em relação à “j-ésima” questão (variável), pelo elemento “i”, condicional ao escore  $g_{ik}$  é dada por:

$$P(Y_{ijl} = 1) = \sum_{k=1}^k g_{ik} \lambda_{kjl} = 1$$

O modelo de probabilidade baseado numa amostra aleatória corresponde à multiplicação de um modelo multinomial de probabilidade para cada célula, dado por:

$$E(Y_{ijl}) = \sum_{k=1}^k g_{ik} \lambda_{kjl}$$

onde  $g_{ik}$  é, por pressuposto, conhecido e  $0 \leq g_{ik} \leq 1$ . O modelo de máxima verossimilhança é, portanto, descrito como:

$$L(y) = \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J \prod_{l=1}^L \left( \sum_{k=1}^K g_{ik} \lambda_{kjl} \right)^{y_{ijl}}$$

A solução para  $g_{ik}$  e  $\lambda_{kjl}$  corresponde a igualar as derivadas de primeira ordem de  $L(y)$  em relação a  $g_{ik}$  e  $\lambda_{kjl}$  a 0, sujeito às restrições de  $0 \leq g_{ik} \leq 1$  e  $0 \leq \lambda_{kjl} \leq 1$ . Um conjunto de parâmetros ( $g_{ik}$ , por exemplo) é estimado simultaneamente, mantido o outro constante ( $\lambda_{kjl}$ ). O primeiro conjunto de escores estimados, relativos ao grau de pertencimento, é obtido por:

$$\hat{g}_{ik} = \frac{1}{y_{i++}} \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L y_{ijl} \frac{g_{ik}^* \cdot \lambda_{kjl}^*}{p_{ijl}}$$

$$\text{sendo } y_{i++} = \sum_j \sum_l y_{ijl} \text{ e } p_{ijl} = \sum_k g_{ik}^* \cdot \lambda_{kjl}^*$$

O conjunto complementar de escores, utilizado para determinar os parâmetros estruturais ou locais,  $\lambda_{kjl}$ , é obtido por:

$$\hat{\lambda}_{kjl} = \frac{\sum_{i=1}^I y_{ijl} \frac{g_{ik}^* \cdot \lambda_{kjl}^*}{p_{ijl}}}{\sum_{i=1}^I y_{ij+} \sum_{l=1}^{L_{ij}} \frac{g_{ik}^* \cdot \lambda_{kjl}^*}{p_{ijl}}}$$

Em ambas as representações,  $g_{ik}^*$  e  $\lambda_{kjl}^*$  correspondem a estimativas dos parâmetros de uma iteração anterior. Essas iterações continuam até que  $L(y)$  atinja seu valor máximo.

#### *Definindo os Perfis Puros*

Existem dois critérios principais para se estabelecer o número de perfis extremos: relevância substantiva (teórica, qualitativa), conforme sugerido por Sawyer, Leite & Alexandrino (2002), ou um critério técnico, como sugerido por Manton, Woodbury & Tolley (1994). De acordo com os últimos autores, um modelo com  $K+1$  perfis extremos pode ser comparado com um modelo com  $K$  perfis, usando-se os valores do critério de informação de Akaike (AIC) para cada modelo como uma estatística de teste. Uma generalização do AIC estimado por meio da função de máxima verossimilhança permite a seleção do modelo com a menor distância aos dados, mesmo em casos em que o modelo estrutural seja desconhecido. O AIC é obtido da seguinte fórmula:

$$AIC = 2p - 2\ln(L)$$

em que  $p$  corresponde ao número total de parâmetros estimados pelo modelo ( $\lambda_{kjl}$  e  $g_{ik}$ ) e  $L$  ao valor de convergência (máximo) da função de máxima verossimilhança. O critério de seleção é dado pelo modelo de  $k$  perfis com o menor AIC encontrado.

**Tabela 4.1 – Valores do Critério de Informação de Akaike (AIC) por Número de Perfis Extremos dos Sistemas de Uso do Solo – Altamira, 2005**

Número de Perfis Extremos	Número de Parâmetros	Valor do $\ln(L)$ <sup>II</sup>	AIC <sup>I</sup>
2	778	-6857.13	15270.3
<b>3</b>	1167	-6462.77	<b>15259.5</b>
4	1556	-6101.54	15315.1
5	1945	-5927.62	15745.2

**Fonte:** Elaboração própria com base nos dados de Altamira (2005)

**Nota I:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral:** área de estudo de Altamira (2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Nota II:** Fórmula do AIC =  $2p - 2\ln(L)$ .

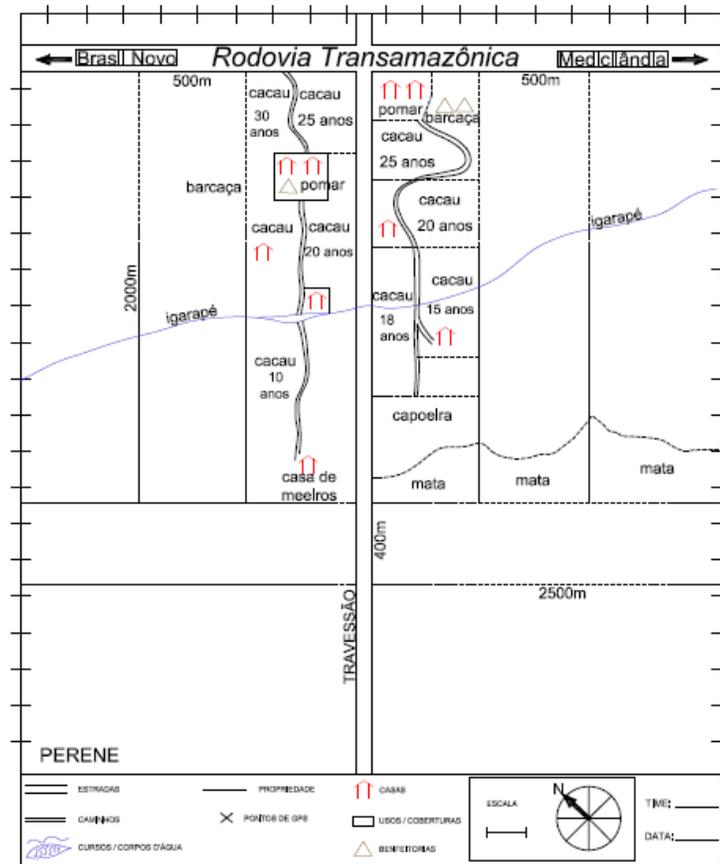
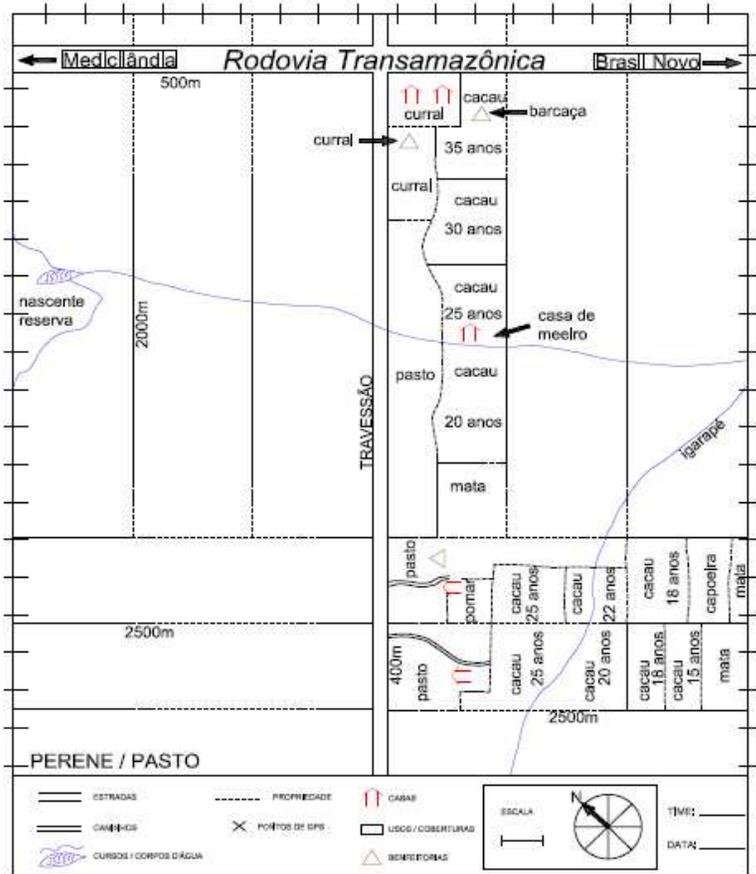
**Nota III:** L = Função de Máxima Verossimilhança.

Neste estudo utilizamos a combinação dos dois critérios, substantivo e quantitativo. Baseando-se no AIC, o modelo de menor distância aos dados corresponde àquele com 3 perfis extremos (TAB. 4.1). Esse número de perfis corresponde aos tipos prevalentes descritos pelos proprietários agrícolas da região que foram entrevistados durante a fase qualitativa de coleta de dados. Conforme descrito na seção de aquisição de dados, as DEPs realizadas com os agricultores locais identificaram 3 tipos característicos de sistemas de uso do solo (especialização em perenes, especialização em gado/pasto, especialização em gado/perene) e 1 indefinido (gado+pasto+anuais+perenes). As DEPs a seguir (FIG. 4.3) ilustram os tipos prevalentes descritos pelos proprietários<sup>40</sup>:

---

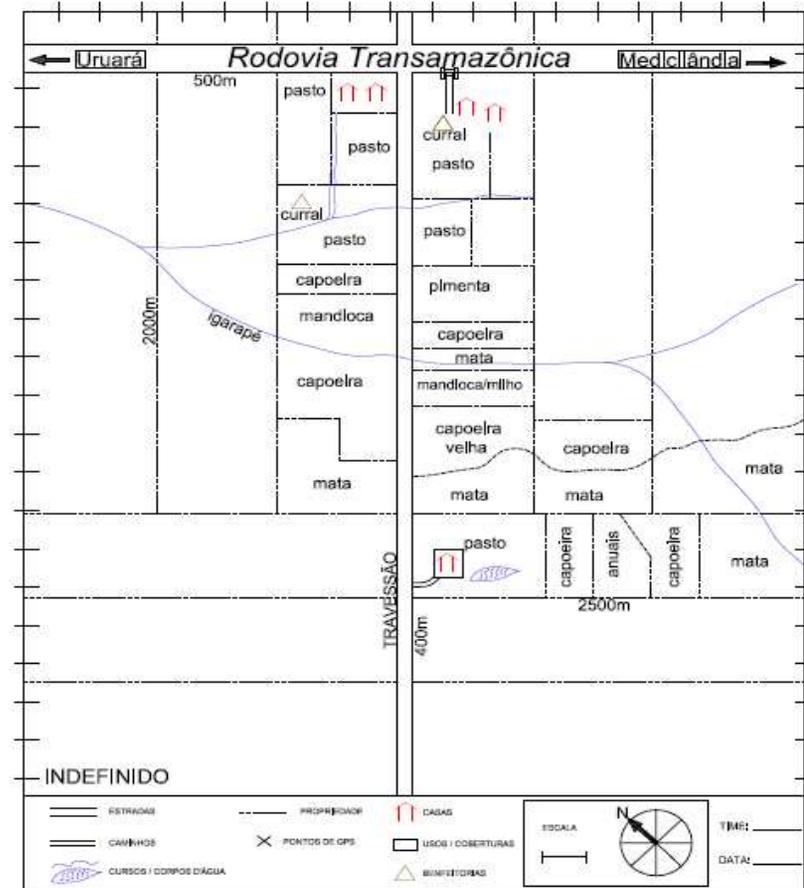
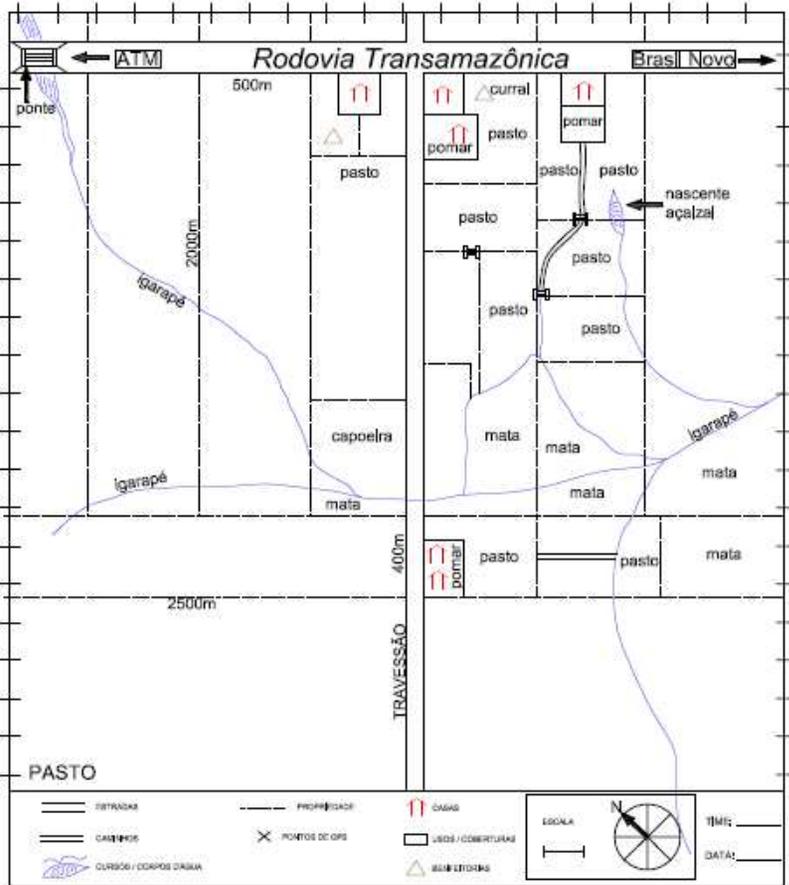
<sup>40</sup> Para representar de forma mais nítida cada um dos sistemas figurados nas DEPs, escaneamos as figuras originais e as redefinimos no programa gráfico AutoCAD 2008.

Figura 4.3 – Descrição Espacial dos Sistemas Típicos de Uso do Solo na Área de Estudo de Altamira, Pará  
 (a) Pasto/Perene (b) Perene



(c) Pasto/Gado

(d) Indefinido (Pasto + Anuais + Perenes)



Fonte: Elaboração própria com base nos desenhos participativos com quatro proprietários rurais da área de estudo

*Procedimento para estabilização e identificação do modelo final baseado no GoM*

Caetano & Machado (2009) sugerem que o programa GoM 3.4 pode gerar modelos não-identificáveis, ou seja, o processo iterativo utilizado pelo método GoM não é capaz de garantir, por si só, a obtenção de perfis extremos únicos que melhor representem os verdadeiros tipos (conjunto de  $\lambda_{kjl}$ ) e a heterogeneidade individual (conjunto de  $g_{ik}$ ) presentes na amostra. Outro artigo dos autores (Guedes *et al.*, 2010 a) sugere que os parâmetros estimados também podem sofrer instabilidade em seus valores.

Quanto à identificabilidade, os parâmetros ( $g_{ik}$  e  $\lambda_{kjl}$ ) deveriam ter solução única uma vez que os perfis extremos definidos com base em um conjunto convexo com a menor dimensionalidade capaz de incorporar toda a densidade de probabilidade são vértices *únicos* e *fixos* no espaço convexo (*simplex*) (Manton, Woodbury & Tolley, 1994). Na prática, no entanto, os modelos finais variam em sucessivas execuções, descrevendo vértices não-estáveis, levando a aparentes máximos, ou máximos locais (Caetano & Machado, 2009). O máximo global deve representar de alguma forma os vértices mais estáveis e que melhor descreva a verdadeira distribuição implícita dos perfis da população em estudo. A instabilidade dos parâmetros, por seu turno, está associada a sua não-convergência aos valores estáveis após a primeira solução para o máximo da função de verossimilhança. Para tentar corrigir problemas de identificabilidade e instabilidade dos parâmetros finais estimados, aplicamos o procedimento operacional sugerido por Guedes *et al.* (2010a, b), detalhado a seguir.

Efetuamos 30 rodadas com seleção aleatória dos primeiros  $\lambda_{kjl}$  (a matriz inicial de probabilidades utilizadas como valores de entrada durante o processo iterativo) para modelos com  $K=2, 3, 4, 5$ , uma vez que para um mesmo número de perfis extremos,  $K$ , o primeiro modelo gerado não é necessariamente o modelo de máximo global. Assim, chegamos a um total de 120 modelos baseados em seleção inicial aleatória de  $\lambda_{kjl}$ .

Com os 120 modelos estimados, aplicamos o procedimento para estabilização dos parâmetros sugerido por Guedes *et al.* (2010a). Segundo os autores, para cada execução aleatória utilizada na identificação do máximo global de um modelo com  $K$  perfis extremos devem ser efetuados  $R$  execuções não-aleatórias (utilizando valores de  $\lambda_{kjl}$  previamente estimados) até que os valores de  $\lambda_{jik}$  se estabilizem a partir de cada execução aleatória inicial. Com os valores estabilizados, procedemos à segunda execução aleatória e

repetimos o procedimento, até que os parâmetros dos 120 modelos iniciais estabilizaram-se, ou seja, até que os seus valores não mudem de uma execução para a seguinte.

Uma vez que cada um dos 120 modelos com seleção inicial aleatória teve seus parâmetros estabilizados, procedemos à identificação do modelo de máximo global (30 modelos estáveis para cada  $K$ ). Para tanto, utilizamos uma estatística de desvio, chamada de *Estatística de Desvio em Relação à Média* (DM), sugerida pelos autores, e que é baseada na diferença entre a probabilidade estimada de resposta ( $\lambda_{kjl}$ ) e a média dessas probabilidades, para uma mesma categoria ao longo de  $R$  execuções sucessivas. A fórmula de DM é dada por:

$$DM_{kjl,r} = \lambda_{kjl,r} - \frac{\sum_{r=1}^{30} \lambda_{kjl,r}}{r}$$

onde  $DM_{kjl,r}$  é o desvio da probabilidade estimada ( $\lambda_{kjl}$ ) na  $r$ -ésima execução em relação à média das probabilidades em  $r$  execuções;  $\lambda_{kjl}$  é a probabilidade de resposta  $l$  da variável  $j$  no perfil  $k$ , definida para os  $k$  tipos puros;  $r$  é o número de execuções.

Para encontrar qual a posição dos desvios em termos de hierarquia do menor para o maior desvio médio a cada execução  $r$ , por perfil  $k$ , é possível estabelecer uma estatística de contagem ao longo das  $l$  categorias das  $j$  variáveis, ou seja, o número de vezes em que o desvio calculado para cada um dos  $k$  perfis é igual a zero. A estatística de desvio é contabilizada ao longo das categorias,  $l$ , por execução, e não ao longo das execuções (como no cálculo da estatística  $DM_{kjl,r}$ ) e nos fornece uma distribuição de número de vezes em que o desvio médio é igual a zero para cada execução. Quanto maior o número de vezes que os desvios nulos ocorrerem, maior a posição em termos de classificação para aquela execução  $r$  específica<sup>1</sup>. Guedes *et al.* (2010b) sugerem que essa estatística deve ser ponderada pelo desvio-padrão dos  $DM_{kjl,r}$  ao longo das  $L$  categorias para cada execução  $r$ . Assim, a localização dos modelos de máximo global para cada perfil é baseada num procedimento ponderado, chamado pelos autores de Localizador de Máximo Global Ponderado, ou MGP. Utilizemos esse procedimento nesta tese, conforme sugerido.

---

<sup>1</sup> No entanto, em um modelo com 3 perfis, por exemplo,  $k = 1, 2, 3$ , a execução aleatória de maior posição em termos desvio médio pode diferir entre os perfis. Assim, para a obtenção do máximo global, é necessário que as trinta execuções ( $r = 1, \dots, 30$ ) sejam classificadas, em ordem crescente, para cada perfil (com 1 representando a melhor posição e 30 a inferior).

Após a obtenção dos máximos globais para cada modelo de  $K$  perfis, calculamos a estatística AIC e comparamos os seus valores finais (valores apresentados na TAB. 4.1 acima). Assim, o cálculo do AIC baseou-se num modelo de máximo global (identificável) com parâmetros finais estáveis.

#### *Caracterizando os Perfis Extremos*

Identificado o modelo final, cada valor da probabilidade predita ( $\lambda_{kjl}$ ) foi dividido pela frequência marginal relativa para cada uma das 28 variáveis utilizadas na construção dos sistemas de uso do solo. Essa razão é conhecida como Razão Lambda Frequência Marginal (RLFM). Toda vez que  $RLFM \geq 1,2$  para cada categoria de uma variável, essa categoria foi considerada como dominante no perfil extremo,  $k$ . O uso de uma RLFM mais elevada aumenta a chance de uma dada variável ser selecionada como parte de um dado perfil (ver Machado, 1997). O limiar de corte é arbitrário e depende do grau de heterogeneidade que se queira captar na amostra (Sawyer, Leite & Alexandrino, 2002). A distribuição absoluta e marginal associada às probabilidades de ocorrência de cada uma das categorias por perfis extremos encontram-se na TAB. A.3, em anexo.

Teoricamente, um elemento pertence a um perfil extremo se o seu  $g_{ik}$  estimado for igual a 1. Na prática, no entanto, elementos com graus de pertencimento iguais a superiores a 0,75 àquele perfil deve ser considerado como pertencente ao tipo puro, pois há variabilidade advinda de erros de mensuração das variáveis (Machado, 1997). Portanto, neste trabalho os tipos puros (perfis extremos), baseados na noção de preponderância dos  $g_{ik}$  estimados, foram construídos com base em:

$$PE_{ik} \Rightarrow 0,75 \leq g_{ik} \leq 1 \quad \text{com } k = 1, 2, 3 \quad \text{e } i = 1, \dots, 293$$

#### *Definindo os Tipos Mistos*

Os grupos de referência,  $PE_{ik}$ , em geral, correspondem a perfis que podem conter características únicas ou raras em uma população. Uma definição precisa dos tipos mistos é relevante na medida em que a maioria dos indivíduos em uma população difere, em algum grau, dos tipos puros, devido à heterogeneidade não-observada entre as categorias das variáveis na amostra. Neste estudo, por exemplo, os 3 grupos de tipos puros de perfis extremos representaram 50,5% dos 293 proprietários rurais analisados. Isso significa que

metade dos proprietários rurais difere de algum modo e em algum grau dos grupos de referência.

Por definição, quanto maior a diferença de atributos de qualquer dado elemento em relação aos atributos definidores de um perfil extremo, menor a preponderância daquele tipo puro em sua caracterização (Manton, Woodbury & Tolley, 1994). Portanto, o critério de agrupamento dos indivíduos por meio da preponderância (manifestação) de um tipo puro específico parece mais apropriado ao se construir o algoritmo de agrupamento (Sawyer, Leite & Alexandrino, 2002). Neste trabalho empregamos um algoritmo capaz de definir 6 tipos mistos, combinando os diferentes  $g_{ik}$  estimados como se segue:

$$TM_{ikx} \Rightarrow (0,5 \leq g_{ik} < 0,75) \cap (0,25 < g_{ix} \leq 0,5) \cap (g_{iy} < 0,25) \\ k, x, y = 1,2,3; \quad k \neq x \neq y; \quad i = 1, \dots, 293$$

$$PA_{iK} \Rightarrow g_{iK} < 0,5 \\ K = 1 \cup 2 \cup 3; \quad i = 1, \dots, 293$$

Com base no algoritmo citado, criamos uma variável multinomial (múltiplas categorias), com 9 sistemas de uso do solo + 1 sistema indefinido. A TAB. 4.2 apresenta as categorias da variável representante dos sistemas de uso do solo associadas às suas distribuições marginais, absolutas e relativas. O tipo amorfo, ou seja, aquele no qual nenhum perfil extremo aparece como predominante em sua caracterização, correspondeu a apenas 8,5% da amostra. Isso é um importante indicador do elevado grau de heterogeneidade, validando os achados empíricos sobre a relevância das práticas multi-culturas na região (McCracken *et al.*, 2002; Walker, Moran & Anselin, 2000).

No capítulo 6 apresentamos evidências de que os 10 tipos (correspondentes à TAB. 4.2) possuem similaridades em muitas de suas variáveis componentes. Essas similaridades foram detectadas através da execução de testes de médias entre as 28 variáveis de utilizadas no modelo GoM e toda vez que a maioria das diferenças de média entre dois tipos mostrava-se insignificante, eles eram reagrupados (ver TAB. A.6, em anexo). No final, chegamos a cinco tipos, representando os seguintes sistemas de uso do solo: “especialização em pasto/gado”, “especialização em perenes”, “perenes + pasto”, “pasto + anuais” e “sistema indefinido”. As características detalhadas de cada um dos sistemas são apresentadas nas TAB. 6.3 e TAB 6.4 (capítulo 6).

**Tabela 4.2 – Distribuições Marginais dos Sistemas de Uso do Solo na Área de Estudo de Altamira, Pará, 2005**

Sistema de Uso do Solo	Distribuição Marginal	
	Absoluta	Relativa
PE1	26	8.9
TM12	13	4.4
TM13	13	4.4
Subtotal	52	17.7
PE2	78	26.6
TM21	34	11.6
TM23	30	10.2
Subtotal	142	48.5
PE3	44	15.0
TM31	20	6.8
TM32	10	3.4
Subtotal	74	25.3
Amorfo	25	8.5
Total	293	100.0

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (2005)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Nota II: PE = Perfil Extremo; TP = Tipo Misto; PA = Tipo Amorfo

### *Especificação dos modelos*

#### **Os modelos multinomiais**

Neste trabalho utilizamos o método de regressão multinomial para testar o modelo adaptado de ciclo de vida sobre os sistemas de uso do solo, empregando a variável categórica obtida do método GoM e dos testes de médias.

A opção por um tipo específico de sistema de uso está relacionado com uma série de fatores, biofísicos e socioeconômicos, afetados pela percepção de risco dos agricultores (Caldas *et al.*, 2007). A probabilidade de seleção de um sistema  $i$  entre um conjunto de  $k$  sistemas alternativos, com  $i \in (1, 2, \dots, k)$ , pode ser dada como se segue:

$$\Pr(i) = \Pr(U_i > U_j) = \Pr(V_i + \varepsilon_i > V_j + \varepsilon_j) = \Pr(\varepsilon < V), \quad \forall i \neq j$$

onde  $\varepsilon = \varepsilon_j - \varepsilon_i$  e  $V = V_i - V_j$ . De acordo com Ben-Akiva & Lerman (1985), o erro em diferença na escolha desses sistemas segue uma distribuição logística, caso os termos de erro individuais sejam distribuídos idêntica e independentemente por meio de uma função Gumbel.

Para se estimar empiricamente o modelo, seria necessário especificar as funções  $V_i$  para cada alternativa e para os modelos de escolha discreta com informação completa, em relação a todos os conjuntos de escolha. Nesse caso,  $V_i$  é representado por  $\beta'X_i$ , e  $X_i$  captura os atributos específicos alternativos (Walker *et al.*, 2002). Em casos onde só se observa um conjunto de atributos relacionado com a escolha feita, como no caso do presente estudo, a estimação deste modelo torna-se inviável. Se assumirmos, no entanto, a forma linear,  $V_i = \beta'X_i$ , pode-se especificar uma função  $V = \beta_i'X_i - \beta_j'X_j$ . Não havendo razão para supor que  $X_i \neq X_j$  na escolha de  $V$ , a diferença ocorreria apenas na resposta de  $X$  em relação ao sistema específico escolhido. Por exemplo, a composição etária domiciliar ( $X$ ) afeta diferentemente distintos sistemas de uso do solo (McCracken *et al.*, 1999; Walker & Homma, 1996), embora não haja razão para se assumir que a estrutura etária se altere em relação às alternativas no momento da escolha. Assim,  $X = X_i = X_j$ . Isso pode ser generalizado para qualquer atributo mensurado no nível domiciliar (Walker *et al.*, 2002). Portanto,  $V = \beta_i' - \beta_j'(X)$ . A única restrição imposta é que pelo menos um dos atributos do vetor  $X$  tenha  $\beta_i' \neq \beta_j'$  para que o modelo seja estimável.

O modelo de probabilidade pode ser estimado assumindo a convenção linear,  $CE_i = \beta_i'X$ , e podemos interpretar os parâmetros  $\beta_i$  como a diferença do efeito do vetor  $X$  no sistema  $i$  em relação ao sistema alternativo (omitido e não-observado). Como há variabilidade na escolha de  $i$ , o modelo  $CE_i = \beta_i'X$  pode ser modelado por meio de uma função multinomial multivariada, com o vetor  $\beta$  estimado ainda produzindo medidas do risco relativo entre a escolha de um sistema alternativo e o escolhido como categoria base (ou seja, a categoria omitida na estimação), dado que as probabilidades sejam tidas como logisticamente distribuídas (Hosmer & Lemeshow, 2000).

Em termos de identificabilidade, o modelo logit multinomial estima  $I$  equações logísticas, em que  $I+1$  representam as categorias (escolhas) de uma variável  $Y$  (ou seja, os sistemas de uso do solo, neste trabalho)<sup>2</sup>. Assim, as probabilidades de escolha dos sistemas, condicionais no vetor de atributos exógenos,  $X$ , são dadas por:

---

<sup>2</sup> Decidiu-se por chamar de  $I$ , ao invés de  $J$ , o conjunto de escolhas e de  $n$ , ao invés de  $i$ , cada indivíduo, para manter a coerência com a nomenclatura apresentada acima sobre a estratégia de mensuração baseada no conceito de certeza equivalente (CE).

$$\Pr(Y_n = i | X_n) = \frac{e^{X_n \beta_i}}{1 + \sum_{i=1}^I e^{X_n \beta_i}}$$

$$\Pr(Y_n = 0 | X_n) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^I e^{X_n \beta_i}}$$

Os efeitos marginais são obtidos, derivando-se a equação anterior:

$$\frac{\partial \Pr(Y = k)}{\partial X} = \Pr(Y = k) \left[ \beta_k - \sum_{i=0}^I \beta_i \Pr(Y = i) \right]$$

Utilizando um processo de estimação por máxima verossimilhança, pode-se definir, para cada indivíduo,  $d_{ni}=1$  caso a alternativa  $i$  seja escolhida pelo indivíduo  $n$ , e 0 caso contrário, para as  $I+1$  alternativas existentes:

$$\log L = \sum_{n=1}^N \sum_{i=0}^I d_{ni} \log(\Pr(Y_n = I))$$

Então, maximiza-se em ordem  $\beta_i$  para se obter as estimativas finais de máxima verossimilhança (Wooldridge, 2002).

### Os sistemas de equações lineares aparentemente não relacionadas

Para avaliar a robustez dos resultados dos sistemas de uso do solo construídos a partir do modelo GoM, comparamos os modelos multinomiais com modelos de classes de uso do solo. Alguns autores (por exemplo, Pan *et al.*, 2007) sugerem que os resíduos nos modelos de uso do solo são, em geral, auto-correlacionados. Assim, aplicamos um sistema de regressões lineares com resíduos aparentemente não-relacionados (*SUR equations*) sobre as classes de uso do solo (culturas perenes, culturas anuais, pasto e mata secundária) medidas em hectares e em proporção do lote. A utilização dos sistemas de equações SUR é desejável quando a modificação de uma variável dependente afeta as demais variáveis endógenas (Zellner, 1962). Por exemplo, na análise de determinantes de uso do solo, em que o uso é mensurado dentro de um lote de tamanho fixo, a decisão sobre o cultivo de perenes afeta a área restante em pasto. Isso faz com que o erro no modelo de perenes tenha correlação com o erro dos modelos de pasto. Assim, no conjunto, para que esses termos de erro sejam de fato aleatórios e ortogonais ao vetor de variáveis exógenas, é necessário que

se leve em consideração essa interdependência entre as decisões de se alocar as classes de uso do solo no interior do lote.

Para testar a presença de auto-correlação contemporânea dos resíduos, utilizou-se o teste do multiplicador de Lagrange (Breusch & Pagan, 1980: 247), dado por:

$$LM = N \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{i-1} r_{ij}^2 \sim \chi^2$$

em que  $r_{ij}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{ij}^2}{\hat{\sigma}_{ii} \hat{\sigma}_{jj}}$

representando a correlação estimada entre os resíduos das M equações. N corresponde ao número de observações. Os modelos lineares SUR têm estrutura funcional semelhante aos modelos de regressão linear convencionais, com a diferença que a covariância dos termos de erro em diferentes equações é não-nula. O sistema de equações segue a seguinte especificação geral:

$$Y_i^m = \beta_{0i}^m + \beta_{1i}^m + \dots + \beta_{ki}^m + \varepsilon_i^m \quad \text{com } m = 1, \dots, M$$

$$E[\varepsilon_i^m] = 0$$

$$E[\varepsilon^m \varepsilon^n] = \sigma^{mn}$$

em que  $m$  e  $n$  representam equações distintas (Wooldridge, 2002).

Zellner (1962) mostra que, na presença de equações com mesmas variáveis independentes, os estimadores baseados em mínimos quadrados generalizados plausíveis (*Feasible Generalized Least Squares*) são eficientemente e consistentemente idênticos aos modelos lineares com estimadores obtidos pelo método dos mínimos quadrados ordinários. No nosso caso, no entanto, efetuamos algumas transformações (normalizações) nas variáveis dependentes e independentes tal que os modelos lineares tradicionais podem diferir no que tange à inclusão de uma ou mais variáveis e/ou na forma dessas variáveis. Assim, a utilização dos modelos SUR é, a princípio, válida e desejável (Mertler & Vannata, 2001).

### 4.3 Considerações Gerais

Neste capítulo foram apresentados os dados e os métodos empregados para testar o modelo de ciclo de vida adaptado, sugerido no capítulo 2. Esse modelo questiona a efetividade do

ciclo de vida domiciliar prever transformações no uso e na cobertura do solo em fronteiras com crescente integração com os mercados. Ademais, o modelo discute como o tempo de residência representa um ciclo independente do lote, capaz de modificar o efeito do ciclo de vida sobre o uso da terra.

Para testar o modelo sugerido, foram utilizados dados socioeconômicos e de cobertura/uso do solo advindos de dados longitudinais de *survey*, classes de uso/cobertura do solo obtidas por sensoriamento remoto e informações advindas de descrições espaciais da propriedade. A combinação de diferentes fontes é importante para aumentar a qualidade dos resultados finais. Enquanto dados auto-reportados sobre uso/cobertura do solo expressam a organização espacial do lote do ponto de vista proprietário, os dados podem sofrer viés normativo - situação na qual valores sensíveis são sub ou sobreestimados.

Em relação ao método, empregamos uma combinação de análise multivariada (*Grade of Membership*) e regressões múltiplas. Usamos a análise multivariada para criar uma variável multinomial que servisse como variável dependente para os modelos de sistema de uso do solo. Para esses, usamos regressões multinomiais logísticas e os comparamos com modelos de uso do solo baseados em regressões lineares múltiplas corrigidas pela autocorrelação entre os resíduos. Para os modelos de desmatamento utilizamos regressões lineares (modelos escalares) e regressões tobit (modelos proporcionais). Apesar do nosso modelo teórico sugerir que os modelos de desmatamento sejam analisados para a amostra agregada e comparados com modelos desagregados por coortes de assentamento, o número de casos em cada coorte pode comprometer a eficiência dos estimadores finais. Os resultados, portanto, devem ser analisados com ressalva. O modelo também sugere diferença no efeito do ciclo de vida sobre o uso/cobertura do solo dependendo do nível de integração com os mercados (escala local, regional e nacional). Apesar de nesta tese termos estimado modelos no nível do domicílio/lote, a estrutura admite que modelos multinível (hierárquicos) possam ser uma alternativa para futuras estratégias empíricas.

## 5 CICLO DE VIDA DOMICILIAR, CICLO DO LOTE E DESMATAMENTO

### 5.1 Introdução

Este capítulo avalia empiricamente o modelo de ciclo de vida modificado, sugerido no capítulo 2, sobre o desmatamento no nível do lote para a área de estudo de Altamira, Pará. O modelo sugere que o efeito do ciclo de vida decresce à medida que a fronteira agrícola intensifica suas relações com os mercados e que o tempo de residência no lote pode mitigar o efeito das variáveis do ciclo de vida sobre a cobertura do solo em estágios mais avançados de evolução da fronteira. Assim, coortes mais novas seriam mais dependentes do ciclo de vida do que as mais antigas, as quais aprenderam a adaptar suas estratégias de uso do solo ao lote (características biofísicas) e ao ambiente da região (instituições endógenas) ao longo do tempo. Por fim, o modelo sugere que em ambientes de pós-fronteira, a influência de fatores exógenos ao domicílio prevalece sobre os indicadores do ciclo de vida e do lote para explicar a mudança no uso da terra.

Alguns autores argumentam que o tempo de residência possui uma dinâmica independente do ciclo de vida domiciliar por representar o grau de exposição do domicílio ao ambiente de fronteira (Barbieri, 2007; Moran *et al.*, 2006). Assim, VanWey, D'Antona & Brondízio (2007) e Barbieri, Bilborrow & Pan (2005) sugerem que o tempo de residência seja tratado como um ciclo do lote, independente do ciclo de vida. Seguindo essa linha de raciocínio, este capítulo procura avaliar a relação entre as variáveis de ciclo de vida e do lote e indicadores de desmatamento no nível do lote em relação aos determinantes exógenos ao domicílio rural (rede social, relação rural-urbano, integração com os mercados, etc.). Os dados em painel utilizados neste capítulo possibilitam a construção de modelos de desmatamento tanto por período quanto ao longo do tempo, permitindo verificar o papel do ciclo de vida não somente sobre a área desmatada como também sobre a mudança na cobertura florestal entre 1997/1998 e 2005.

## 5.2 Restrição Amostral

Na TAB. 5.1 encontram-se todos os filtros aplicados às diferentes amostras utilizadas nos modelos de regressão múltipla. As amostras decrescem em tamanho à medida que os grupos de variáveis consideradas são incorporados nas amostras em razão de dados faltantes. Em ambas as datas de referência, 2005 ou a mudança entre os dois períodos (2005 – 1997/1998 para os dados de cobertura advindos do *survey* e 2005 – 1996 para os dados de cobertura do solo advindos de sensoriamento remoto), o tamanho amostral foi o mesmo, uma vez que o maior número de informações faltantes ocorreu para o ano mais recente (2005) ao invés do ano base (1997/1998 ou 1996). Para os dados de cobertura do solo por sensoriamento remoto, mantivemos os *pixels* com pelo menos 90% livres de nuvens ou sombra de nuvens (ver cap. 4).

**Tabela 5.1 Construção dos bancos de dados – Tamanho das amostras de interesse – Área de Estudo de Altamira, 1996, 1997, 1998 e 2005**

Amostras	Filtros	Referência temporal	
		2005	2005 - 1997/98
Survey	Com indicadores do CVD	301	301
	Com indicadores do CVD + CL	301	301
	Com indicadores do CVD + CL + RS	300	300
	Com indicadores do CVD + IM + VC**	275	275
	Com indicadores do CVD + CL + RS + IRU	268	268
	Com indicadores do CVD + CL + IRU + RS + IM	268	268
	Com indicadores do CVD + CL + IRU + RS + IM + VC**	255	255
Sensoriamento Remoto*	Com indicadores do CVD	253	253
	Com indicadores do CVD + CL	253	253
	Com indicadores do CVD + IRU	227	227
	Com indicadores do CVD + CL + IRU	227	227
	Com indicadores do CVD + IRU + IM	227	227
	Com indicadores do CVD + CL + IRU + IM	227	227
	Com indicadores do CVD + IRU + IM + VC**	227	227
	Com indicadores do CVD + CL + IRU + RS	226	226
	Com indicadores do CVD + CL + IRU + RS + IM	226	226
	Com indicadores do CVD + CL + IRU + IM + VC**	219	219
	Com indicadores do CVD + CL + IRU + RS + VC**	218	218
Com indicadores do CVD + CL + IRU + RS + IM + VC**	218	218	

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005), Imagens Landsat TM (1995, 1996 e 1997) e Imagens Landsat 7 ETM+ (2004, 2005 e 2006)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Nota II: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). Dados das imagens de satélite classificadas em categorias de cobertura e uso do solo: área de estudo de Altamira (1995, 1996, 1997, 2004, 2005, 2006). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Nota III: CVD = ciclo de vida domiciliar; CL = ciclo do lote; IRU = interação rural-urbano; RS = rede social; IM = integração com o mercado; VC = variáveis de controle

\* Mudança = 2005 – 1996

\*\* Variáveis de controle (VC) incluem índice de riqueza inicial e tipo de mão-de-obra utilizada no lote

\*\* Variáveis de controle (VC) não incluem índice de riqueza inicial e tipo de mão-de-obra utilizada no lote

### 5.3 Operacionalização Metodológica

Neste capítulo utilizamos estatísticas descritivas, testes de correlação pareada e modelos de regressão múltipla. As tabelas descritivas apresentam a área por período e a mudança na área entre os períodos analisados da cobertura florestal para a amostra completa e desagregadas por coorte de chegada ao lote. As análises de correlação pareada<sup>1</sup> são utilizadas para orientar candidatas potenciais, dentre as variáveis de controle, nos modelos de regressão múltipla. As correlações entre as variáveis independentes e dependentes foram testadas sobre variáveis transformadas utilizando procedimento metodológico sugerido por Mertler & Vannata (2001), detalhado mais adiante. Utilizamos regressões lineares (variável dependente medida como área desmatada em hectares) e truncadas (variável dependente medida como proporção desmatada do lote) para o ano de 2005 e para a mudança entre 1997/98 e 2005. Os detalhes sobre especificação dos modelos de regressão encontram-se no capítulo 4.

O modelo modificado de ciclo de vida, apresentado no capítulo 2, sugere que o efeito das variáveis indicadoras do ciclo de vida sobre a cobertura do solo varia conforme o tempo de residência no lote. Para obter alguma evidência empírica dessa hipótese, efetuamos a análise de correlação desagregada por coorte e geramos gráficos indicativos da correlação<sup>2</sup> entre variáveis-chave do ciclo de vida e o desmatamento. Testamos essa hipótese por meio de variáveis interativas entre indicadoras do ciclo de vida e do lote nos modelos de regressão múltipla. A presença de termos interativos significativos sugere que a relação entre ciclo de vida e desmatamento depende do tempo de residência. Como será visto, o número reduzido de casos em nossas amostras torna questionável e não conclusivo o teste baseado em termos interativos e regressões desagregadas por coorte de assentamento.

#### *Tratamento das variáveis analisadas*

Segundo Mertler & Vannata (2001), as variáveis utilizadas em análise multivariada devem passar por uma avaliação capaz de solucionar problemas de casos extremos e distribuições

---

<sup>1</sup> Foram testadas as correlações a 1, 5 e 10% de significância.

<sup>2</sup> Como o índice de correlação expressa a intensidade de associação incondicional entre duas variáveis quaisquer, independentemente da sua direção (sinal), os gráficos utilizando esses graus de correlação foram obtidos transformando os seus valores em *valores em módulo*.

não-normais (para o caso de modelos lineares). Para o primeiro caso, os autores sugerem que gráficos de dispersão entre as variáveis dependente e independente sejam feitos de modo a identificar a presença de valores atípicos. Neste caso, deve-se gerar uma variável alternativa que recodifique os valores acima de 3 desvios-padrão para o maior (ou menor) valor aceitável. Utilizamos variáveis corrigidas pelo critério acima sugerido como efeito de comparação às variáveis originais. Nos casos em que as variáveis modificadas melhoraram o ajuste dos modelos, elas foram mantidas nas análises finais.

No segundo caso, os autores sugerem que em modelos lineares sejam empregadas transformações específicas dependendo do nível de assimetria da variável. Assim, os autores propõem que a normalização (transformação linear com coeficiente de assimetria = 0) pode ser obtida por meio de transformações matemáticas que torne o índice de assimetria igual a zero. Nesta tese, utilizamos o teste de Shapiro-Wilk (comando *swilk* do pacote estatístico Stata/SE 11.0) para identificar se o índice de assimetria era estatisticamente diferente de zero para as variáveis de desmatamento. As normalizações (TAB 5.2) seguiram as sugestões de Mertler & Vannata (2001) ou através de dois comandos específicos do pacote estatístico Stata/SE 11.0: *lnskew0* (normalização logarítmica) e *bcskew0* (normalização Box-Cox).

**Tabela 5.2 – Transformações para produzir variáveis com distribuição normal**

Forma original	Transformação	Nova variável (Equação)
Assimetria positiva moderada	Raiz quadrada	$X' = (X)^{1/2}$
Assimetria positiva elevada		
Estritamente positiva	Logaritmo	$X' = \log_{10}(X)$
Com valores negativos	Logaritmo	$X' = \log_{10}(X + C)$
Assimetria positiva extrema		
Estritamente positiva	Recíproca	$X' = 1 / X$
Com valores negativos	Recíproca	$X' = 1 / (X + C)$
Assimetria negativa moderada	Reflexo + raiz quadrada	$X' = (K - X)^{1/2}$
Assimetria negativa elevada	Reflexo + logaritmo	$X' = \log_{10}(K - X)$
Assimetria negativa extrema	Reflexo + recíproca	$X' = 1 / (K - X)$
Assimetria $\neq 0$	Logaritmo natural	$X' = \ln(X+S)$
	Box-Cox	$X' = (X^S + 1) / S$

Fonte: Elaboração própria com base em Mertler & Vannata (2001)

Nota:  $X'$  = variável normalizada;  $X$  = variável original;  $C$  = constante adicionada a cada valor de  $X$  de modo a tornar seu menor valor  $\geq 1$ ;  $K$  = constante subtraída de cada  $X$  para tornar seu menor valor = 1;  $S$  = constante que torna o índice de assimetria = 0.

## 5.4 Análise Descritiva

*Variável dependente*

A TAB. 5.3 sugere que em 1997/1998, mais da metade dos lotes (60 ha) já haviam sido desmatados na área em torno de Altamira. Entre 1997/98 e 2005, a proporção da área desmatada aumentou significativamente em 15%. Ludewigs *et al.* (2009) estimam que o desmatamento em Altamira encontra-se numa posição intermediária entre as áreas de estudo de Santarém e do Acre. Enquanto a mediana da proporção do lote em 2003 em Altamira atingia 78%, no Acre esse percentual era de 60% ao passo que, em Santarém era de 100%. Essa diferença é, em parte, explicada pela melhor qualidade do solo em nossa área de estudo, com uma larga faixa de terra roxa entre Altamira e Medicilândia, e um melhor regime pluviométrico do que as outras áreas (Ludewigs *et al.*, 2009; Moran *et al.*, 2006).

**Tabela 5.3 Variáveis indicadoras da cobertura ou mudança na cobertura florestal, e estatísticas descritivas (média e desvio-padrão) para 1997/1998, 2005 e mudança entre os períodos – Área de estudo de Altamira**

Variável	Definição Operacional	1997/1998 <sup>I</sup>	2005	Mudança <sup>II</sup> (97/98 → 2005) <sup>III</sup>
Mata	Área em mata (ha) - Survey	48,2 ± 33,7	33,2 ± 27,5	-15,0 ± 19,7***
Mata	Área em mata (ha) - Sensoriamento remoto	55,7 ± 35,2	40,9 ± 34,0	-14,8 ± 26,3***
Desmatamento	Área desmatada (ha) - Survey	60,1 ± 50,2	75,0 ± 57,2	15,0 ± 19,7***
Desmatamento	Área desmatada (ha) - Sensoriamento remoto	48,6 ± 41,7	64,1 ± 51,9	15,5 ± 23,9***
Proporção em mata	Proporção do lote em mata (%) - Survey	45,3 ± 22,9	31,3 ± 21,1	-14,0 ± 14,3***
Proporção em mata	Proporção do lote em mata (%) - Sensoriamento remoto	53,6 ± 21,9	39,1 ± 21,6	-14,5 ± 19,7***
Proporção desmatado	Proporção do lote desmatado (%) - Survey	54,7 ± 22,9	68,7 ± 21,1	14,0 ± 14,3***
Proporção desmatado	Proporção do lote desmatado (%) - Sensoriamento remoto	44,7 ± 21,6	59,2 ± 21,2	14,5 ± 19,7***

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997/1998, 2005), imagens Landsat TM Maper(1995, 1996 e 1997) e imagens Landsat 7 ETM+ (2004, 2005 e 2006).

Notas: I – Para as variáveis medidas por sensoriamento remoto, o ano corresponde a 1996.

II - Para a mudança na cobertura florestal (mata): 2005 – 1997/1998 (1996) / Para mudança na área desmatada: 2005 – 1997/1998 (1996)

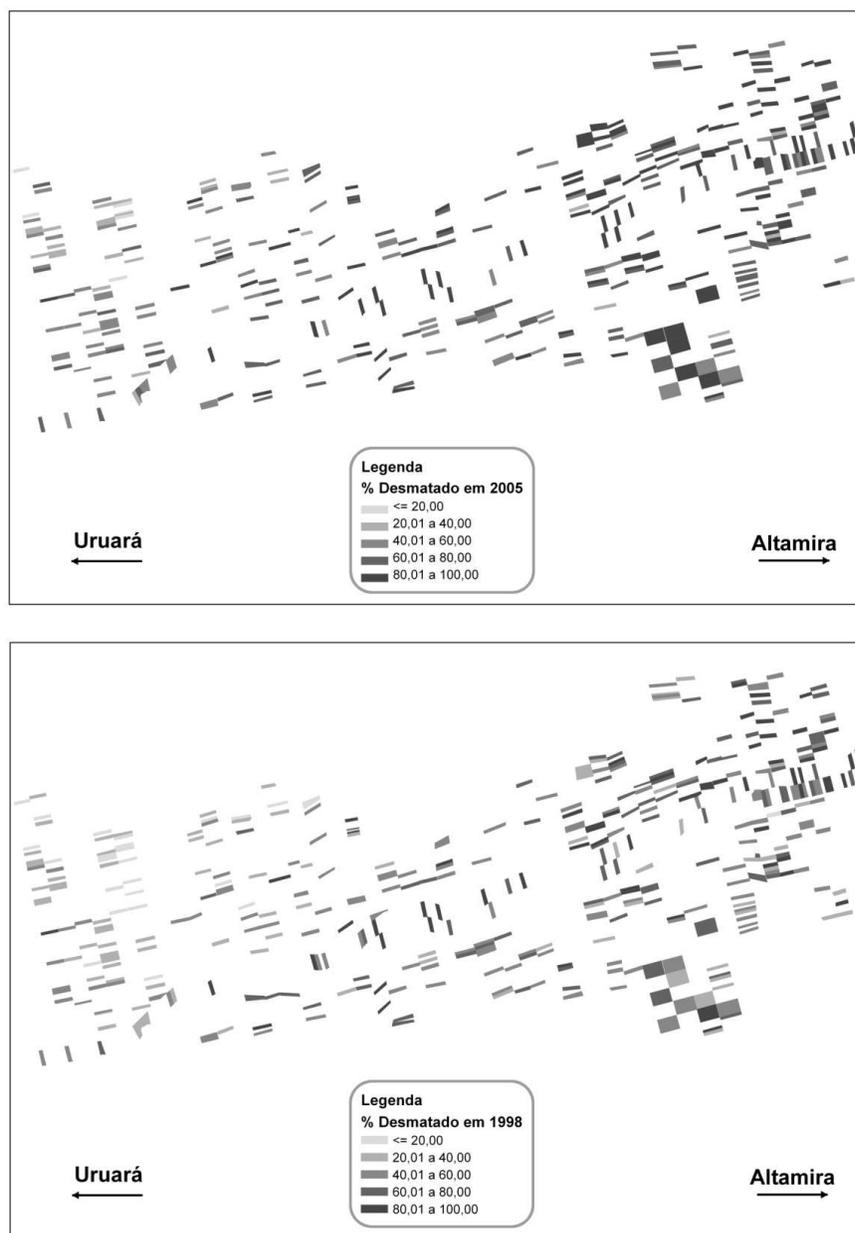
III – Teste pareado de médias entre 1997/1998 (1996) e 2005: \*\*\*  $p < 0,01$ ; \*\*  $p < 0,05$ .

IV: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

V: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). Dados das imagens de satélite classificadas em categorias de cobertura e uso do solo: área de estudo de Altamira (1995, 1996, 1997, 2004, 2005, 2006). Microdados – dados cedidos, não publicados.

A FIG. 5.1<sup>3</sup> ilustra essa diferença espacial na área desmatada, maior na região próxima a Altamira (onde o sistema de uso baseado em “pasto + gado” predomina, conforme discutido no capítulo 6), decrescendo em direção a Medicilândia, na divisa com Uruará.

**Figura 5.1 – Percentual desmatado do lote – Área de Estudo de Altamira, 1998 e 2005**



**Fonte:** Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005).

**Nota:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral:** área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

<sup>3</sup> Os contornos reais e elementos geográficos foram retirados da figura a fim de reduzir o potencial de identificação (*data disclosure*).

### *Variáveis independentes*

As variáveis independentes foram reunidas em cinco grupos conforme o modelo conceitual sugerido por Wood (2002) e os modelos empíricos de Summers (2008) e Perz (2001). Os grupos são (TAB 2.1, cap. 2): ciclo de vida (CVD), ciclo do lote (CL), interação rural-urbano (IRU), rede social (RS), integração ao mercado (IM) e variáveis de controle (VC). Cada subseção a seguir descreve a operacionalização das variáveis por grupo, apresenta algumas estatísticas descritivas e testa sua correlação linear incondicional com as variáveis de desmatamento em 2005 e em relação à mudança entre 1997/1998 (1996) e 2005. Todas as variáveis independentes são medidas em seu valor em 1997/1998 (ou em 2004 para as indicadoras da interação rural-urbano) de modo a reduzir os problemas de endogeneidade nos modelos de regressão múltipla, conforme discutido no capítulo 3. As estatísticas descritivas e os coeficientes de correlação discutidos a seguir encontram-se no anexo, TAB. A.4 e TAB. A.5.

#### Ciclo de Vida

As variáveis indicadoras do ciclo de vida utilizadas neste capítulo foram<sup>4</sup>: idade do chefe do domicílio; número de adultos (15 a 59 anos) no domicílio e número de dependentes (0 a 14 anos e 60 anos e mais). Para alguns modelos específicos, as variáveis “número de adultos” (NA) e “número de dependentes” (ND) foram normalizadas com o uso das seguintes expressões:  $NA\_normal = \ln(NA+0,8841422)$ ;  $ND\_normal = \ln(ND+1,759823)$ .

A variável “idade do chefe do domicílio” é interpretada por alguns autores (Summers, 2008; Perz, Walker & Caldas, 2006) como um tipo de conhecimento que vem com a idade e independe do tempo de exposição ao ambiente do lote. Sob essa perspectiva, “domicílios mais velhos seriam mais experientes com o mercado e com as culturas comerciais e não apenas com o preparo do lote” (Summers, 2008: 116 – tradução nossa). Espera-se, assim, que a idade do colono esteja positivamente relacionada com o total de área desmatada e com a proporção do lote já desmatado (TAB. 2.1). Na nossa área de estudo, a idade média do colono é de 51,42 (DP=12,82) anos e está positivamente correlacionada com a área desmatada em 2005 (para os dados de *survey* e de sensoriamento remoto) e com a

---

<sup>4</sup> Também testamos outras variáveis, como: número (#) de homens e de mulheres adultos, # de crianças, # de idosos, # de pessoas no domicílio desagregadas por grupo etário e/ou por sexo, razão trabalhador/consumidor; razão dependentes/trabalhadores, idade do chefe normalizada e idade do chefe ao quadrado. Nenhuma dessas variáveis apresentou desempenho superior às variáveis finais selecionadas nos modelos de regressão.

proporção do lote desmatado em 2005 (para os dados de *survey*). Não encontramos correlação significativa (embora positiva) entre a idade do chefe e a mudança na área e na proporção da área do lote desmatada entre 1997/1998 e 2005.

O número de adultos no domicílio representa a força de trabalho familiar potencial, independente do tamanho do domicílio. Espera-se que esta variável esteja positivamente relacionada com os indicadores de desmatamento. O número médio de adultos por domicílio em 1997/1998 era de 5,01 (DP=2,22) indivíduos e sua variável normalizada curiosamente apresentou uma correlação negativa significativa com a área desmatada em 2005 (dados de *survey* e sensoriamento remoto) e com a proporção desmatada do lote entre 1997/1998 e 2005 (dados de *survey*). Correlação negativa entre desmatamento e oferta de trabalho domiciliar foi também encontrada no trabalho de Summers (2008). Essa correlação inesperada pode estar refletindo domicílios concentrados em atividades intensivas em mão de obra, como o cultivo de perenes. Essa hipótese é verificada no capítulo 6, o qual analisa os sistemas de uso da terra entre os agricultores de Altamira.

O número de dependentes, por outro lado, representa a necessidade pura de consumo (uma vez que os dependentes são, por pressuposto, não contribuintes para a produção domiciliar). Assim, espera-se que quanto maior o número de dependentes, menor a área desmatada, por sinalizar domicílios jovens<sup>5</sup> (quando o número de dependentes é predominantemente composto por crianças, como no nosso caso). O número médio de dependentes em 1997/1998 era de 1,70 (DP=1,41) indivíduos (basicamente crianças) e encontramos correlação negativa significativa entre a variável normalizada e a área e a proporção desmatada do lote em 2005 (dados de *survey* e sensoriamento remoto). Para as indicadoras de mudança na cobertura do solo não encontramos associações significativas.

### Ciclo do Lote

Diferentemente da idade do chefe, o tempo de residência é considerado uma forma de conhecimento específico ao lote. Alguns autores (Moran *et al.*, 2006, por exemplo) argumentam que, como a maior parte desses agricultores migram para a fronteira vindos de

---

<sup>5</sup> Em análises multivariadas, por outro lado, o número de dependentes deve ser positivamente correlacionado com os indicadores de desmatamento uma vez controlados pela oferta de trabalho familiar, pois seria um indicador líquido de aumento da necessidade de consumo. Em geral, em um ambiente de baixa taxa de inovação tecnológica e baixo custo marginal de incorporação de novas áreas (fronteiras agrícolas com abundância do fator terra), o aumento da necessidade de consumo estimula a expansão extensiva da área cultivável (demanda extensiva da terra). Essas novas áreas são, por seu turno, desmatadas para servir de área em uso produtivo e atender aos requisitos de consumo crescentes (Walker, 2004).

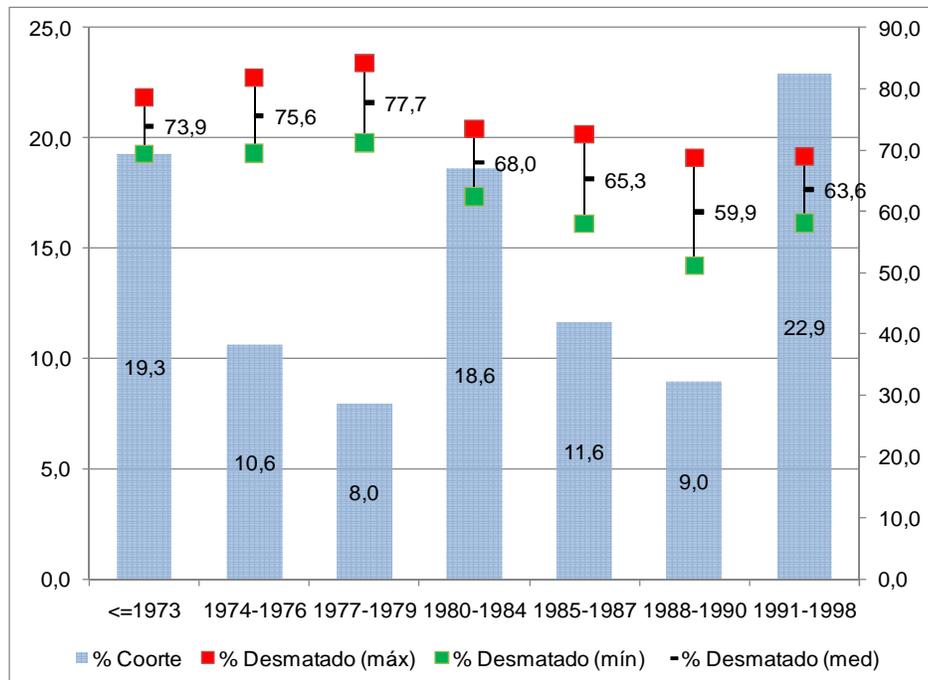
outras regiões do país, o tempo de exposição ao lote possibilita que eles se familiarizem com o contexto biofísico específico da região de destino, equacionamento melhor as estratégias de uso do solo ao longo do tempo. Por essa razão autores como Barbieri, Bilsborrow & Pan (2005) e VanWey, D'Antona & Brondízio (2007) advogam em favor de um ciclo do lote, independente do ciclo de vida domiciliar.

O tempo médio de residência no lote em 1997/1998 era de 15,53 (DP=8,09) anos. Embora a área desmatada seja elevada em todos os lotes, ela é maior entre as coortes mais antigas. Por outro lado, a proporção desmatada do lote aumentou significativamente para todas as coortes entre 1997/1998 e 2005; tendo sido maior entre as coortes mais novas (TAB. A.3 e FIG. 5.2b). Em 2005, a proporção desmatada atingiu, em média, 75% do lote entre os agricultores pertencentes à coorte mais antiga e já era superior a 60% na coorte mais nova.

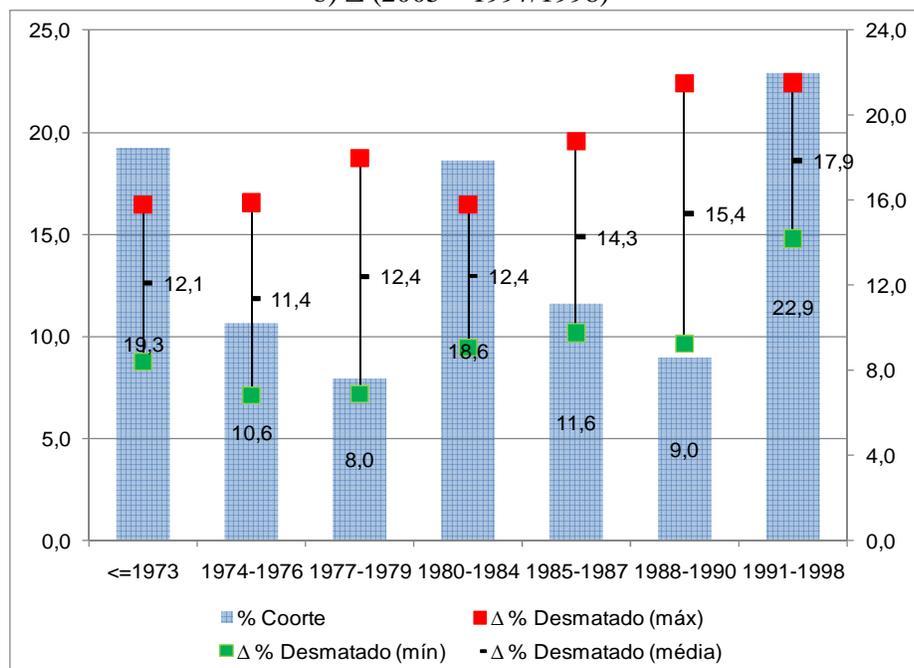
A FIG. 5.2 confirma os chamados *pulsos de desmatamento*, sugeridos por Brondízio *et al.* (2002), em que nos anos iniciais de assentamento há um aumento acentuado na área desmatada e um segundo aumento, porém menor, aproximadamente 15-20 anos após a chegada do domicílio à fronteira agrícola. Summers (2008) e Perz & Walker (2002) argumentam que esse segundo “pulso” na área desmatada parece refletir as novas possibilidades abertas com a consolidação da fronteira e sua integração com os mercados. Brondízio *et al.* (2002), ademais, sugerem que enquanto a queda no desmatamento entre as coortes dos anos 1980 parece responder a eventos macroeconômicos de período, como a depressão econômica, as altas taxas de inflação e a retirada dos incentivos creditícios para a pecuária, a retomada na década de 1990 “(...) está provavelmente associada à estabilização econômica, às baixas taxas de inflação (...) e ao retorno dos incentivos ao crédito como o FNO (Fundo Constitucional de Financiamento para a Região Norte)” (Brondízio *et al.*, 2002: 155-156 – tradução nossa).

**Figura 5.2 – Percentual Desmatado do Lote, Intervalo de 95% de Confiança do Percentual Desmatado e Distribuição das Coortes – Área de Estudo de Altamira, 2005 e  $\Delta$  (2005 – 1997/1998)**

a) 2005



b)  $\Delta$  (2005 – 1997/1998)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

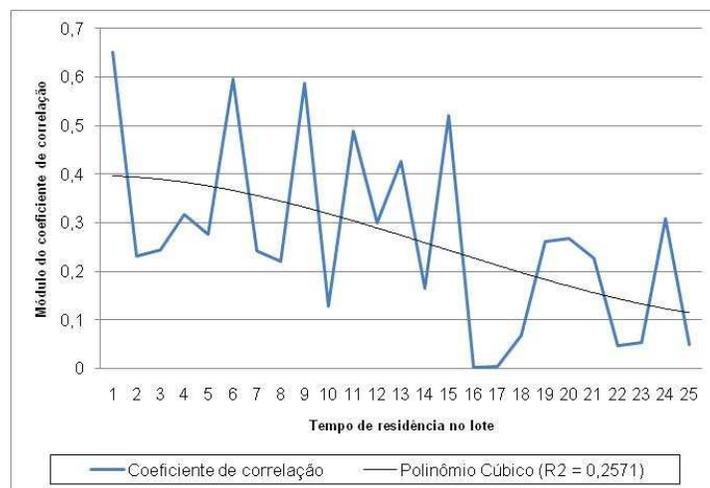
Nota: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

O aumento do desmatamento com o tempo de residência é condizente com as relações teóricas sugeridas, assim como a relação inversa com o aumento recente do desmatamento (área e proporção do lote). Nosso modelo modificado, no entanto, sugere que além de estar positivamente associado ao desmatamento, o ciclo do lote interfere na relação entre ciclo de vida e os indicadores da cobertura do solo. De acordo com o modelo (FIG. 2.1, cap. 2), a relação entre ciclo de vida e desmatamento tende a decrescer com o aumento do tempo de residência no lote. Isso pode ser verificado na FIG. 5.3.

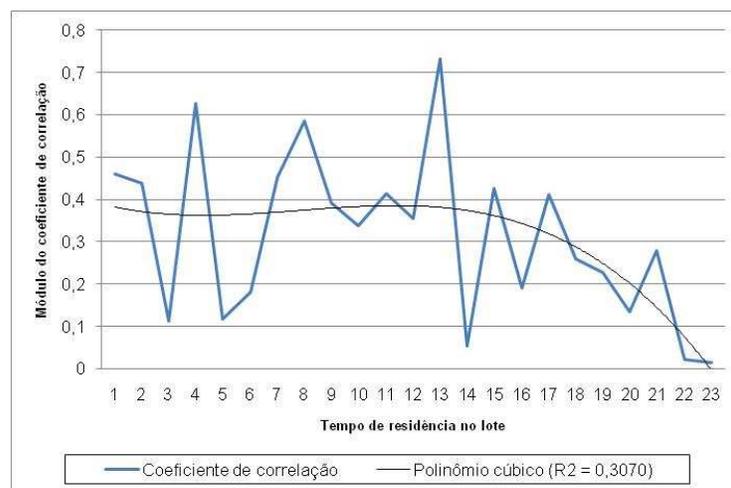
Utilizando dois indicadores do ciclo de vida (número de dependentes e de adultos no domicílio – ambos normalizados) e estimando seu coeficiente de correlação com a área desmatada em 2005, observamos a relação esperada. Para os recém-chegados, a intensidade da associação entre as variáveis de ciclo de vida e o desmatamento é maior, uma vez que é difícil distinguir efeitos de ciclo de vida e do lote nos estágios iniciais do assentamento. Isso ocorre devido ao incipiente conhecimento que os recém-chegados têm das características biofísicas do lote e da limitada relação com as instituições regionais (redes sociais, associações agrícolas, etc.), necessitando experimentar com a terra de forma mais extensiva, aumentando sua dependência da oferta de mão-de-obra domiciliar (McCracken *et al.*, 2002). Com o aprendizado e a capitalização trazida ao longo do tempo, esses domicílios são capazes de desenvolver estratégias de uso do solo mais adequadas, incluindo a substituição da mão-de-obra familiar por mão-de-obra contratada (Barbieri & Carr, 2005; Barbieri, Billsborrow & Pan, 2005).

**Figura 5.3 – Relação entre área do lote desmatada e indicadores do ciclo de vida domiciliar por tempo de residência no lote - Área de Estudo de Altamira, 2005**

a) Número de adultos no domicílio (1997/1998)



## b) Número de dependentes no domicílio (1997/1998)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de Altamira (1997, 1998, 2005)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Nota II: Coeficiente de correlação em módulo

### Interação Rural-Urbano

Neste trabalho utilizamos dois indicadores da interação rural-urbano: a remessa de dinheiro dos filhos que residem fora do domicílio parental (85% desses filhos residiam em alguma área urbana em 2004) e o número de filhos que saíram de casa entre 1997/1998 e 2004. Com vistas a analisar os efeitos (coeficientes) da emigração e transferências monetárias ascendentes de modo complementar nos modelos de regressão, restringimos a variável indicadora de remessa de dinheiro apenas aos filhos que saíram de casa<sup>6</sup> entre 1997/1998 e 2004. Para alguns modelos, utilizamos a variável de filhos emigrantes normalizada, obtida por meio da fórmula:  $FE\_normal = \ln(FE + 0,481047)$ .

A remessa de dinheiro é considerada, por muitos autores, um arranjo informal de crédito de fundamental importância para domicílios rurais (Yang & Choi, 2007; Stark & Lucas, 1988; Braverman & Guasch, 1986). Em geral, os estudos sugerem que a remessa de dinheiro, quando usada para inversão em novas tecnologias, reduz o desmatamento ao possibilitar o melhor aproveitamento de áreas já desmatadas e a recuperação de áreas degradadas

<sup>6</sup> Barbieri, Carr & Bilsborrow (2009) chamam a atenção para a dificuldade em se estabelecer a relação de causalidade entre migração e remessas de dinheiro. No entanto, conforme argumentam os autores, a utilização de dados longitudinais, como os utilizados nesta tese, permitem estabelecer como o “estoque” inicial de um dos atributos (variáveis) afeta o objeto a ser explicado na análise da associação entre migração, remessas e dinâmica da cobertura/uso da terra.

(VanWey, Guedes & D'Antona, 2009; Braverman & Guasch, 1986). Em 2004, 26% dos domicílios rurais recebiam algum recurso financeiro de filhos não coresidentes. Encontramos uma associação positiva entre transferências monetárias ascendentes e a área e a proporção desmatada do lote em 2005 (*survey* e sensoriamento remoto), embora não tenhamos encontrado correlação significativa com a mudança na cobertura do solo. Isso sugere que a utilização das remessas tem sido direcionada para práticas extensivas de uso do solo (como formação de pastagens). Isso será analisado no capítulo 6.

A emigração dos filhos, por seu turno, representa uma perda potencial de mão-de-obra, reduzindo a capacidade dos domicílios de expandir a área desmatada (Stark & Lucas, 1988). Entre 1997/1998 e 2004, cada domicílio perdeu em média 1,24 (DP=1,32) filhos, um volume superior ao número médio de dependentes. Não encontramos qualquer associação significativa, no entanto, entre os indicadores de desmatamento e essa variável.

### Rede Social

Definimos rede social neste trabalho como as relações advindas de recursos sociais que possibilitem ou facilitem, por meio de ação coletiva, direta ou indireta, o acesso dos agentes sociais a esferas superiores de organização social de modo a obter benefícios mútuos e aumentar sua esfera de influência (Woolcock, 1998). Um indicador de rede social em ambientes rurais são as cooperativas ou associações agrícolas. Essas cooperativas também são um importante instrumento para obtenção de créditos, informações e acessos a novas tecnologias (Browder, Pedlowski & Summers, 2004; Turner, 1999). Sua relação com o desmatamento depende da forma como os benefícios são revertidos em termos de uso da terra (ver cap. 2). Em 1997/1998, apenas 20% dos agricultores não participavam de alguma associação ou cooperativa agrícola. A não-participação estava associada a menores áreas e proporções desmatadas em 2005, embora não observamos correlação significativa com a mudança recente na cobertura do solo. A associação negativa sugere que os ganhos advindos da participação em cooperativas têm sido revertidos em uso extensivo da terra.

### Integração com o Mercado

A intensidade e as características da integração dos agricultores com os mercados representam uma das formas de se aproximar as influências regionais/nacionais/globais sobre a utilização da terra e o grau de conexão da fronteira com mercados externos (Soares-Filho *et al.*, 2004; Turner II *et al.*, 2001). Essas influências são, por seu turno,

mediadas pela capacidade do domicílio de prover oferta de trabalho (familiar ou contratada) em resposta a práticas agrícolas mais rentáveis. Utilizamos três indicadores principais da natureza e do grau de integração dos agricultores com os mercados: (1) acessibilidade ao centro urbano mais próximo durante a estação chuvosa, (2) distância euclidiana do centróide do lote até o centro da área urbana mais próxima<sup>7</sup> e, (3) a proporção da produção agrícola do lote destinada à venda. A inclusão da variável de acessibilidade é importante numa área em que as condições precárias de acesso podem impossibilitar os agricultores de acessar os mercados para venda da produção em épocas de chuva intensa (VanWey, D'Antona & Brondízio, 2007). A distância ao centro urbano, por seu turno, capta a relação custo/retorno da prática agrícola voltada para o mercado (Beckmann, 1972). A proporção vendida aproxima a intensidade dessa integração, ou a capacidade do domicílio em depender do mercado para sua sobrevivência (Summers, 2008).

Em 1997/1998, 77,74 (DP=41,67)% dos agricultores não possuíam problema de acesso durante as chuvas, e destinavam 61 (DP=35,95)% da produção agrícola para a venda. A distância média ao centro urbano mais próximo era de 20,96 (DP=12,81) km. Encontramos associação negativa significativa entre a distância normalizada ao mercado urbano mais próximo para e o desmatamento em 2005 (*survey* e sensoriamento remoto), e positiva para os demais indicadores de integração. Nenhuma relação significativa, no entanto, foi encontrada para a mudança na cobertura florestal recente, exceto para a mudança na área desmatada e proporção da produção agrícola vendida (sensoriamento remoto). Os resultados são condizentes com as previsões teóricas derivadas dos modelos espaciais (Beckmann, 1972), também sugeridas pelo nosso modelo.

### Variáveis de Controle

Uma série de variáveis de controle, relevantes na literatura (TAB. 2.1), foi incluída na análise do desmatamento. Dentre elas, só não observamos associação significativa com os indicadores do desmatamento para o indicador de capital agrícola (agricultor sempre trabalhou na agricultura) e para o índice de riqueza inicial (quando da chegada ao lote). As demais variáveis apresentaram as correlações esperadas, sugeridas pela TAB. 2.1. Em

---

<sup>7</sup> Consideramos os municípios da área de estudo para o cálculo das distâncias (Uruará, Medicilândia, Brasil Novo e Altamira). Para tanto, utilizamos o centróide do lote, localizado num arquivo do tipo *shapefile*, e o mesmo tipo de arquivo construído para o centróide das áreas urbanas dos municípios (utilizando a malha municipal do IBGE, de 2000). Esse cálculo foi feito utilizando-se o pacote estatístico/espacial ArcMap 9.2.

geral, uma maior quantidade de variáveis relacionou-se significativamente com os indicadores da cobertura do solo em 2005 do que com os indicadores de mudança na cobertura florestal (TAB A.4 e TAB A.5).

## 5.5 Análise de Regressão

Esta seção apresenta os resultados obtidos pelos modelos de desmatamento, operacionalizados por meio de regressões múltiplas. Dois tipos de modelos foram utilizados: os escalares (regressão linear múltipla) e os proporcionais (regressão truncada múltipla – tobit). Para testar a presença de heterocedasticidade<sup>8</sup>, utilizamos o teste de heterocedasticidade de White (1980). Os erros-padrão dos coeficientes estimados foram, então, corrigidos pelo estimador de Huber & White através do comando de opção *robust* no pacote estatístico Stata/SE 11.0. O critério para seleção de modelos parcimoniosos seguiu a comparação das estatísticas BIC<sup>9</sup> (*Bayesian Information Criterion*) e AIC<sup>10</sup> (*Akaike Information Criterion*), os R<sup>2</sup> ajustados (para os modelos escalares) ou Pseudo R<sup>2</sup> (para os modelos proporcionais) e o teste da razão de máxima verossimilhança entre modelos aninhados (Wooldridge, 2002).

Os coeficientes estimados nos modelos finais encontram-se nas TAB. 5.4, TAB. 5.5, TAB. 5.6 e TAB. 5.7. As duas primeiras tabelas representam os modelos com a variável dependente mensurada em 2005 (TAB 5.4 – dados de *survey*; TAB 5.5 – dados de sensoriamento remoto). As duas últimas apresentam os resultados relativos aos modelos de mudança na cobertura florestal entre os dois períodos considerados (TAB 5.6 – dados de *survey*; TAB. 5.7 – dados de sensoriamento remoto). Para cada tabela, são apresentados dois conjuntos de modelos, um escalar e um proporcional. Cada conjunto possui quatro modelos aditivos, partindo do grupo de variáveis representando os níveis micro, meso e macro, conforme descritos na TAB. 2.1, além de um modelo completo incluindo as variáveis de controle. Os modelos completos apresentaram elevado poder explicativo nos modelos escalares, tanto para a área desmatada (R<sup>2</sup>=0,73 / R<sup>2</sup>=0,64) quanto para o aumento

---

<sup>8</sup> De acordo com Wooldridge (2002), heterocedasticidade refere-se ao aumento da dispersão em torno da média de uma variável Y (endógena) com o aumento do nível de uma variável X (exógena).

<sup>9</sup> Quanto menor o valor BIC (mais negativo), melhor o ajuste do modelo aos dados (Mertler & Vannatta, 2001), assim como discutido em capítulo anterior no caso do AIC.

<sup>10</sup> O mesmo vale para o valor AIC (menor valor = melhor ajuste).

da área desmatada ( $R^2 = 0,35 / R^2 = 0,53$ ), resultado superior aos modelos estimados de Pan *et al.* (2007) e Caldas *et al.* (2007).

De acordo com os resultados apresentados, os indicadores do ciclo de vida possuem fraco suporte empírico, porém superior ao encontrado por VanWey, D'Antona & Brondízio (2007) para nossa área de estudo. Entre os três indicadores utilizados, apenas a idade do chefe do domicílio é significativamente relacionada com a área do lote desmatada em 2005. Apesar da relação esperada (positiva), o seu efeito é pequeno, sugerindo que o desmatamento na região ocorre independentemente da mudança na estrutura etária dos domicílios. O indicador de ciclo de vida do lote (tempo de residência) também não foi significativo para nenhum dos modelos completos. Outro aspecto interessante sugerido pela TAB. 5.4 é o fraco poder explicativo do modelo A, o qual incorpora somente as variáveis de ciclo de vida e do lote ( $R^2=0,12 / R^2=0,07$  em 2005 e  $R^2=0,05 / R^2=0,01$  entre 1997/98 [1996] e 2005). Quando observamos os modelos aditivos (B, C e D), alguns coeficientes significativos perdem a sua significância (tempo de residência), o que sugere a predominância dos fatores exógenos ao domicílio sobre o desmatamento no lote, resultado previsto pelo nosso modelo teórico modificado (cap. 2). O desempenho das variáveis de ciclo de vida e do lote foi virtualmente o mesmo se considerarmos o desmatamento medido através de sensoriamento remoto, com a exceção da significância do número de adultos no domicílio. De acordo com o modelo D da TAB. 5.5 cada adulto adicional no domicílio aumenta a área desmatada em 1,93 ha, em média<sup>11</sup>.

Em relação aos modelos de mudança na cobertura florestal, a idade do chefe e o número de adultos no domicílio mostraram-se estatisticamente significantes (TAB. 5.6 e TAB. 5.7). O tempo de residência, por seu turno, não foi significativo em qualquer dos modelos completos (modelo D). Em suma, os modelos de mudança na cobertura florestal parecem mais consistentes com os indicadores do ciclo de vida do que os modelos de período. Esses resultados têm importantes implicações para modelos teóricos de desmatamento baseados em argumentos demográficos. A não-significância do número de dependentes e o efeito positivo e significativo do número de adultos nos modelos sugere que a oferta de trabalho domiciliar é mais importante do que os requisitos de consumo para explicar a extensão

---

<sup>11</sup>  $\text{Desmatamento}(2005)^{\wedge} = [(\# \text{ adultos} + 1 + 0,8841422) / (\# \text{ adultos} + 0,8841422)]^{0,097} * [\text{Desmatamento}(2005)^{\wedge} + 0,6948823]$ .

desmatada em Altamira<sup>12</sup>, assim como argumentado por Caldas *et al.* (2007). Por outro lado, a importância da idade do chefe em vários modelos sugere que na nossa área de estudo a demanda por terra é influenciada pela exposição dos colonos mais velhos ao ambiente de mercado que se desenvolve no entorno e para além dos limites da fronteira agrícola (resultado semelhante ao encontrado por Caviglia-Harris & Sills, 2005).

Para testar a influência do ciclo do lote sobre a relação entre ciclo de vida e desmatamento (sugerida pelo nosso modelo teórico e pela FIG. 5.3), construímos modelos estatísticos de desmatamento com termos interativos entre ambos os indicadores. Em nenhum modelo os termos foram estatisticamente significativos e, devido ao tamanho amostral em relação ao número de parâmetros, os modelos mostraram-se mais instáveis. Assim, decidimos não incluí-los neste capítulo. A não-significância estatística dos termos interativos não refuta a nossa hipótese da influência do ciclo do lote sobre a relação entre ciclo de vida e cobertura do solo, uma vez que lidamos nesta análise com amostras muito reduzidas. A FIG. 5.3 sustenta parcialmente a nossa hipótese e poderá ser testada futuramente com o empilhamento de dados de nossas outras áreas de estudo do projeto *Amazonian Deforestation and the Structure of Households*.

Em relação aos indicadores do nível meso, ou fatores regionais, somente a emigração dos filhos foi estatisticamente significativa (relação negativa), sugerindo que a emigração tem um caráter dual em ambientes rurais. A dualidade da emigração sobre o uso da terra em pequenas propriedades ocorre por ser ao mesmo tempo uma estratégia de diversificação e limitação na capacidade de trabalho domiciliar (Rosenzweig & Stark, 1989; Stark & Lucas, 1988). Os achados também sugerem que em nossa área de estudo a restrição na oferta de trabalho é mais importante do que a restrição de crédito para explicar a dinâmica da cobertura do solo (VanWey, Guedes & D'Antona, 2009; Wouterse & Taylor, 2008), adicionando para o argumento da preponderância da estrutura demográfica sobre o desmatamento em fronteiras agrícolas baseadas em agricultura familiar de caráter semi-comercial<sup>13</sup> (Caldas *et al.*, 2003).

---

<sup>12</sup> Ou seja, o efeito de intensificação sugerido pela abordagem do ciclo de vida de Chayanov, resultante do aumento das necessidades de consumo, não afeta o desmatamento na região.

<sup>13</sup> Como será visto no capítulo 6, o contrário foi verificado para os sistemas de uso do solo. Para esses, a remessa de dinheiro é mais importante do que a emigração dos filhos, por ser direcionada para usos específicos, como a expansão das áreas com cultivo de cacau.

Entre as variáveis indicadoras da integração ao mercado, a acessibilidade ao lote não se mostrou significativa em qualquer dos modelos estimados. A proporção da produção agrícola do lote vendida nos mercados também recebeu pouco suporte empírico, assim como em outros estudos (Summers, 2008 e Browder, Pedlowski & Summers, 2004). A distância ao mercado, indicativo da relação custo/retorno da utilização produtiva do solo, foi a única variável significativa em todos os modelos. De acordo com nossas estimativas, o aumento na distância ao centro urbano mais próximo reduz significativamente a área desmatada e o desmatamento adicional (mudança na cobertura). Assim como sugerido por Turner *et al.* (2001) e Beckmann (1972), longas distâncias aos centros urbanos inviabilizam a produção comercial por elevar o custo de transporte. Isso é especialmente verdade na região de Altamira, onde o acesso precário desincentiva os potenciais compradores a buscarem a mercadoria na porta do lote e os produtores a custearem o escoamento da produção (Ludewigs *et al.*, 2009). Combinada aos resultados dos indicadores do ciclo de vida, a influência da distância aos mercados urbanos sobre o desmatamento ilustra a dualidade do domicílio rural, ao mesmo tempo “dependente (...) dos recursos familiares mas aspirantes ao sucesso na integração com o mercado” (Caldas *et al.*, 2007: 103 – tradução nossa).

Entre as variáveis de controle, obtivemos resultados significativos para a renda domiciliar, utilização de mão-de-obra familiar, número de crédito (no modelo de variável instrumental – modelos D da TAB. 5.6) e cobertura/uso do solo. Encontramos uma relação positiva significativa para a renda domiciliar total sobre o desmatamento em 2005 e sobre o aumento na área desmatada, sinalizando, conforme Angelsen (1999), o investimento em novas culturas de caráter extensivo. Adicionalmente, obtivemos uma associação negativa entre utilização de mão-de-obra familiar e área desmatada e mudança na cobertura florestal. Essa variável capta tanto o uso contemporâneo da mão-de-obra doméstica quanto a sua utilização no passado. Assim, controlada pelas variáveis de ciclo de vida e pela utilização de outras formas de mão-de-obra (meeiros e trabalho pago), essa relação pode estar refletindo lotes que se especializam em culturas perenes, de caráter menos extensivo.

O aumento no número de créditos contraídos, instrumentalizado pela posse de título da terra, reduz significativamente a área e o percentual desmatado entre os dois períodos (TAB. 5.6). Embora difícil de precisar, esse efeito sugere que o crédito está sendo utilizado

potencialmente em usos mais sustentáveis do solo<sup>14</sup>. Resultado similar foi encontrado por Ludewigs (2002)<sup>15</sup> e Castellanet, Simões & Celestino-Filho (1994) para a nossa área de estudo. Os autores sugerem que, nos primeiros anos de assentamento, o crédito foi utilizado de forma indiscriminada, tendo se concentrado na conversão de mata em pastagens até meados dos anos 80 e mais recentemente no aumento do cultivo de perenes, incluindo o reaproveitamento de áreas previamente desmatadas. Essa mudança na utilização do crédito é interpretada pelos autores como uma combinação da mudança nos incentivos de mercado (preço das *commodities*) e das características institucionais das agências financiadoras (Banco do Brasil, até 1980 e PRORURAL<sup>16</sup>, via BASA, a partir de 1990).

Por fim, os indicadores de uso/cobertura do solo apresentaram, em geral, as relações previstas pela TAB. 2.1. Lotes com uma maior proporção em mata desmatam menos, ao passo que lotes com uma proporção maior em pasto desmatam mais, reforçando o argumento de VanWey, D'Antona & Brondízio (2007) e Moran, Brondízio & McCracken (2002) em relação à inércia nas estratégias de uso do solo na região. A presença de água no lote também se mostrou um potencial indutor do desmatamento, por possibilitar a adoção de sistemas comerciais, como especialização em perenes e criação de gado. Um resultado interessante foi a associação negativa para a proporção do lote em perenes e em mata de sucessão secundária (TAB. 5.5 e TAB 5.6), sugerindo um efeito de rotação de áreas entre culturas e pousio (Ludewigs *et al.*, 2009) e o caráter não extensivo e ambientalmente sustentável do cultivo de perenes (Summers, 2008).

---

<sup>14</sup> De acordo com Schulze, Grogan & Vidal (2008), a restrição ao crédito subsidiado é condicionada, entre outros critérios, pelo percentual a ser preservado no bioma amazônico (80% da área preservada em mata) por meio da Lei de Manejo das Florestas Públicas. O Fundo Constitucional para a Região Norte, que disponibiliza créditos agrícolas subsidiados por intermédio do Banco da Amazônia, S. A. (BASA), têm como *princípio* o uso do crédito para o desenvolvimento sustentado, reforçando os critérios da Lei de Manejo das Florestas Públicas (Schulze, Grogan & Vidal, 2008; Costa, 2000).

<sup>15</sup> LUDEWIGS, T. **Agricultural credit and the build-up of social capital in the Brazilian Amazon Frontier**. Trabalho apresentado na Institutional Analysis and Development Mini-Conference – Indiana University, 2002. Não publicado.

<sup>16</sup> PRORURAL – Programa de Apoio à Pequena Produção Familiar Rural Organizada. Esse programa disponibiliza, através do FNO, créditos subsidiados para as famílias de pequenos agricultores da região ao longo da Rodovia Transamazônica e foi instituído a partir de 1989 (Benetti, 1994).

**Tabela 5.4 – Modelos de regressão multivariada do total do lote desmatado em 2005 – Área de Estudo de Altamira (dados de *survey*)**

Variável independente	Modelo Escalar				Modelo Proporcional			
	Classes de uso/cobertura proporcionais				Classes de uso/cobertura escalares			
	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>								
Idade do chefe do domicílio (1997/98) [anos]	0,002 [0.001]+	0,002 [0.001]+	<b>0,002</b> [0.001]*	<b>0,001</b> [0.000]*	0,044 [0.112]	0,058 [0.109]	0,023 [0.102]	0,126 [0.070]+
Ln normalizado do número de adultos (15-59) no domicílio (1997/98)	-0,024 [0.029]	-0,033 [0.029]	-0,01 [0.028]	0,017 [0.017]	-2,860 [3.601]	-4,211 [3.713]	-2,623 [3.507]	2,155 [2.401]
Ln normalizado do número de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio	-0,05 [0.026]+	-0,033 [0.026]	-0,039 [0.025]	-0,004 [0.016]	-5,640 [3.443]	-3,169 [3.487]	-3,284 [3.291]	0,067 [2.365]
<b>Ciclo do lote</b>								
Ln normalizado do # de anos residindo no lote entrevistado (1997/98)	<b>0,654</b> [0.158]**	<b>0,544</b> [0.153]**	0,214 [0.158]	-0,012 [0.104]	<b>72,465</b> [21.231]**	<b>56,503</b> [20.923]**	8,904 [20.328]	-26,636 [15.270]+
<b>Rede social</b>								
O domicílio pertence a alguma associação ou cooperativa agrícola?		<b>0,093</b> [0.026]**	<b>0,056</b> [0.025]*	0,003 [0.015]		<b>13,587</b> [3.359]**	<b>7,781</b> [2.925]**	0,163 [1.948]
<b>Integração aos mercados</b>								
Ln normalizado da distância ao mercado urbano mais próximo			<b>-0,096</b> [0.021]**	<b>-0,060</b> [0.014]**		<b>-19,371</b> [2.306]**	<b>-6,345</b> [1.812]**	
Proporção da produção agrícola do lote vendida (1997/98) [%]			<b>0,001</b> [0.000]**	0,000 [0.000]				
<b>Variáveis de controle</b>								
Área do lote em floresta primária (1997/98) [ha] / [%]			<b>0,001</b> [0.000]*					<b>-0,623</b> [0.062]**
Área do lote em pasto (1997/98) [ha] / [%]			<b>0,005</b> [0.000]**					<b>0,146</b> [0.048]**
Área do lote em culturas perenes (1997/98) [ha] / [%]			<b>0,005</b> [0.001]**					
Área do lote em culturas anuais (1997/98) [ha] / [%]			0,003 [0.002]+					0,002 [0.182]
Área do lote em floresta de sucessão secundária (1997/98) [ha] / [%]			<b>0,004</b> [0.001]**					0,002 [0.076]
Área do lote em água (1997/98) [ha] / [%]			<b>0,019</b> [0.006]**					<b>1,739</b> [0.714]*
Recíproca da proporção do lote em terra roxa (alfisol) (1997/98) [%]			-0,02 [0.013]					-1,491 [1.781]
Tamanho do lote (1997/98) [ha]								-0,049 [0.038]
Constante	<b>1,905</b> [0.754]*	<b>2,441</b> [0.731]**	<b>4,897</b> [0.856]**	<b>5,324</b> [0.532]**	<b>-269,128</b> [100.890]**	-191,077 [99.697]+	<b>229,188</b> [105.750]*	<b>278,704</b> [78.505]**
Observações	301	300	300	300	301	300	300	300
R <sup>2</sup> Ajustado	0,1216	0,1620	0,2517	0,7352	0,0091	0,0162	0,0376	0,1304

**Erros-padrão robustos entre colchetes**

+ **significante a 10%**; \* **significante a 5%**; \*\* **significante a 1%**

**Fonte:** Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

**Nota:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households.** dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela 5.5 – Modelos de regressão multivariada da área desmatada em 2005 – Área de Estudo de Altamira (dados de sensoriamento remoto)**

	Modelo Escalar (regressão linear)				Modelo Proporcional (regressão tobit)			
	Classes de uso/cobertura proporcionais				Classes de uso/cobertura escalares			
	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>								
Idade do chefe do domicílio (1997/98) [anos]	0,001 [0.002]	-0,00008 [0.002]	0,00022 [0.002]	<b>0,003</b> [0.001]*	0,033 [0.116]	-0,105 [0.137]	-0,068 [0.128]	<b>0,235</b> [0.092]*
Ln normalizado do # de adultos (15-59) no domicílio (1997/98)	-0,048 [0.046]	-0,042 [0.053]	-0,032 [0.051]	<b>0,097</b> [0.038]*	1,132 [3.846]	2,219 [4.453]	3,373 [4.017]	<b>10,475</b> [3.240]**
Ln normalizado do # de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio (1997/98)	-0,065 [0.041]	-0,048 [0.049]	-0,043 [0.048]	-0,039 [0.036]	<b>-8,766</b> [3.565]*	<b>-7,736</b> [3.883]*	-7,117 [3.753]+	-4,091 [2.816]
<b>Ciclo do lote</b>								
# de anos residindo no lote entrevistado (1997/98)	<b>0,006</b> [0.002]**	<b>0,006</b> [0.002]**	0,003 [0.002]	-0,002 [0.002]	0,361 [0.184]+	<b>0,416</b> [0.198]*	-0,030 [0.195]	-0,120 [0.144]
<b>Interação rural-urbano</b>								
# de filhos que deixaram o domicílio entre 1997/98 e 2005		-0,011 [0.015]	-0,012 [0.014]	<b>-0,025</b> [0.012]*		-1,181 [1.210]	-1,343 [1.069]	<b>-2,212</b> [0.873]*
Algum filho enviou dinheiro para o domicílio em 2004? [1 = sim / 0 = não]		<b>0,098</b> [0.043]*	0,080 [0.044]+	0,029 [0.030]		<b>8,801</b> [3.431]*	<b>6,581</b> [3.281]*	2,962 [2.344]
<b>Integração aos mercados</b>								
Ln normalizado da distância ao mercado urbano mais próximo			<b>-0,140</b> [0.032]**	<b>-0,062</b> [0.026]*			<b>-17,452</b> [2.454]**	<b>-7,249</b> [2.214]**
<b>Variáveis de controle</b>								
O chefe do domicílio sempre trabalhou na agricultura? (1997/98) [1/0]				0,047 [0.035]				2,026 [3.074]
Índice de riqueza no momento da chegada ao lote (1997/98)				-0,003 [0.004]				-0,333 [0.288]
Renda domiciliar mensal total (1997/98) [1 unid = 1R\$]				0,00004 [0.000]				<b>0,005</b> [0.002]*
Usa ou já usou mão-de-obra familiar no lote? (1997/98) [1/0]				<b>-0,154</b> [0.036]**				<b>-10,797</b> [2.950]**
Tem ou já teve meeiros no lote? (1997/98) [1/0]				-0,004 [0.027]				1,815 [2.223]
Usa ou já usou mão-de-obra paga (permanente ou temporária) no lote?				0,034 [0.030]				3,115 [2.424]
Área do lote em floresta primária (1997/98) [ha] / [%]				-0,0001 [0.001]				<b>-0,332</b> [0.045]**
Área do lote em pasto (1997/98) [ha] / [%]				<b>0,006</b> [0.001]**				<b>0,247</b> [0.038]**
Área do lote em culturas perenes (1997/98) [ha] / [%]								<b>-0,464</b> [0.154]**
Área do lote em culturas anuais (1997/98) [ha] / [%]				-0,001 [0.002]				-0,505 [0.290]+
Área do lote em floresta de sucessão secundária (1997/98) [ha] / [%]				0,00037 [0.002]				<b>-0,367</b> [0.121]**
Área do lote em água (1997/98) [ha] / [%]				0,016 [0.012]				1,729 [0.972]+
Proporção do lote em terra roxa (alfisolos) (1997/98) [%]				0,001 [0.000]+				0,017 [0.038]
Tamanho do lote (1997/98) [ha]				<b>0,002</b> [0.000]**				
Constante	<b>4,585</b> [0.120]**	<b>4,620</b> [0.123]**	<b>6,053</b> [0.356]**	<b>4,645</b> [0.310]**	<b>60,496</b> [8.928]**	<b>63,335</b> [9.660]**	<b>241,606</b> [26.119]**	<b>127,075</b> [24.047]**
Observações	253	227	227	219	253	227	227	219
R <sup>2</sup> ajustado (escalar) / Pseudo R <sup>2</sup> (proporcional)	0,0739	0,0843	0,1464	0,6406	0,0060	0,0085	0,0291	0,1049

**Erros-padrão robustos entre colchetes**

+ **significante a 10%**; \* **significante a 5%**; \*\* **significante a 1%**

**Fonte:** Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005), imagens de satélite Landsat TM (1995, 1996 e 1997) e imagens de satélite Landsat 7 ETM+ (2004, 2005 e 2006).

**Nota I:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households.** dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Nota II:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Dados das imagens de satélite classificadas em categorias de cobertura e uso do solo:** área de estudo de Altamira (1995, 1996, 1997, 2004, 2005, 2006). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela 5.6 – Modelos de regressão multivariada do aumento na área desmatada entre 1997/98 e 2005 – Área de Estudo de Altamira (dados de survey)**

Variável independente	Modelo Escalar				Modelo Proporcional			
	Classes de uso/cobertura escalares				Classes de uso/cobertura escalares			
	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>								
Idade do chefe do domicílio (1997/98)	<b>0,054</b>	<b>0,053</b>	<b>0,053</b>	<b>0,046</b>	<b>0,201</b>	<b>0,198</b>	0,18	<b>0,209</b>
[anos]	[0.022]*	[0.022]*	[0.022]*	[0.019]*	[0.094]*	[0.093]*	[0.093]+	[0.082]*
Ln normalizado do # de adultos (15-59) no domicílio (1997/98)	1,334	1,401	1,421	1,061	<b>7,797</b>	<b>8,159</b>	<b>7,012</b>	<b>6,189</b>
	[0.786]+	[0.790]+	[0.792]+	[0.689]	[3.478]*	[3.426]*	[3.488]*	[3.022]*
Ln normalizado do # de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio (1997/98)	-0,299	-0,413	-0,413	-0,195	-0,615	-1,164	-0,711	-0,501
	[0.720]	[0.734]	[0.735]	[0.623]	[3.158]	[3.184]	[3.158]	[2.882]
<b>Ciclo do lote</b>								
Ln normalizado do # de anos residindo no lote entrevistado (1997/98)	<b>-13,718</b>	<b>-12,926</b>	<b>-13,563</b>	-4,217	<b>-62,217</b>	<b>-58,740</b>	<b>-56,722</b>	-17,473
	[4.249]**	[4.320]**	[4.544]**	[4.201]	[18.601]**	[18.756]**	[19.399]**	[18.740]
<b>Rede social</b>								
O domicílio pertence a alguma associação ou cooperativa agrícola?		-0,665	-0,743	-0,049		-2,962	-2,919	0,383
		[0.652]	[0.675]	[0.591]		[2.632]	[2.584]	[2.486]
<b>Integração aos mercados</b>								
Ln normalizado da distância ao mercado urbano mais próximo			-0,261	<b>-2,099</b>			-2,392	<b>-8,848</b>
			[0.568]	[0.526]**			[2.245]	[2.098]**
Proporção da produção agrícola do lote vendida (1997/98) [%]							<b>-0,066</b>	-0,026
							[0.033]*	[0.030]
<b>Variáveis de controle</b>								
# de créditos agrícolas já adquiridos pelo domicílio (1997/98) [contagem] <sup>obs</sup>				<b>-0,548</b>				<b>-2,146</b>
				[0.214]*				[0.906]*
Área do lote em floresta primária (1997/98) [ha]				<b>0,090</b>				<b>0,247</b>
				[0.010]**				[0.041]**
Área do lote em pasto (1997/98) [ha]				0,005				<b>-0,125</b>
				[0.009]				[0.037]**
Área do lote em culturas perenes (1997/98) [ha]				<b>-0,068</b>				<b>-0,470</b>
				[0.026]**				[0.104]**
Área do lote em culturas anuais (1997/98) [ha]				-0,078				<b>-0,663</b>
				[0.067]				[0.280]*
Área do lote em floresta de sucessão secundária (1997/98) [ha]				<b>-0,089</b>				<b>-0,533</b>
				[0.023]**				[0.097]**
Área do lote em água (1997/98) [ha]				0,293				1,071
				[0.213]				[0.948]
Recíproca da proporção do lote em terra roxa (alfisol) (1997/98) [%]				-0,811				-3,726
				[0.523]				[2.191]+
Constante	<b>64,899</b>	<b>61,016</b>	<b>66,658</b>	38,977	<b>286,806</b>	<b>269,706</b>	<b>290,406</b>	170,510
	[19.978]**	[20.338]**	[23.792]**	[21.250]+	[87.494]**	[88.425]**	[98.851]**	[94.051]+
Observações	301	300	300	300	301	300	300	300
R <sup>2</sup> ajustado (escalar) / Pseudo R <sup>2</sup> (proporcional)	0,0467	0,0501	0,0507	0,3534	0,0093	0,0099	0,0124	0,0548

**Erros-padrão robustos entre colchetes**

+ **significante a 10%**; \* **significante a 5%**; \*\* **significante a 1%**

**Obs = Variável crédito instrumentalizada pela posse de título da terra (valores preditos – modelo poisson).**

**Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)**

**Nota: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.**

**Tabela 5.7 – Modelos de regressão multivariada do aumento na área desmatada entre 1996 e 2005 – Área de Estudo de Altamira (dados de sensoriamento remoto)**

Variável independente	Modelo Escalar (regressão linear)				Modelo Proporcional (regressão tobit)			
	Classes de uso/cobertura escalares				Classes de uso/cobertura proporcionais			
	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>								
Idade do chefe do domicílio (1997/98) [anos]	0,024 [0.022]	0,010 [0.024]	0,008 [0.023]	0,015 [0.020]	0,097 [0.176]	-0,132 [0.175]	-0,134 [0.175]	-0,005 [0.159]
Ln normalizado do # de adultos (15-59) no domicílio (1997/98)	0,297 [0.666]	0,598 [0.718]	0,541 [0.717]	<b>1,659</b> [0.653]*	10,968 [5.607]+	11,002 [6.109]+	10,882 [6.097]+	<b>16,629</b> [6.116]**
Ln normalizado do # de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio (1997/98)	-0,886 [0.582]	-0,891 [0.666]	-0,922 [0.665]	-0,795 [0.513]	-7,963 [5.260]	-6,653 [5.900]	-6,514 [5.854]	-3,685 [5.168]
<b>Ciclo do lote</b>								
# de anos residindo no lote entrevistado (1997/98)	-0,009 [0.028]	0,006 [0.030]	0,028 [0.034]	-0,038 [0.030]	-0,229 [0.276]	-0,030 [0.280]	0,038 [0.300]	-0,088 [0.272]
<b>Interação rural-urbano</b>								
# de filhos que deixaram o domicílio entre 1997/98 e 2005		-0,204 [0.199]	-0,196 [0.198]	<b>-0,343</b> [0.172]*		-0,769 [1.788]	-0,699 [1.784]	-2,272 [1.656]
Algum filho enviou dinheiro para o domicílio em 2004? [1 = sim / 0 = não]		0,833 [0.645]	0,943 [0.643]	0,292 [0.483]		6,274 [4.744]	6,564 [4.682]	3,474 [4.331]
<b>Integração aos mercados</b>								
Ln normalizado da distância ao mercado urbano mais próximo			0,8700 [0.479]+	<b>1,147</b> [0.418]**			2,825 [3.885]	<b>9,881</b> [3.636]**
<b>Variáveis de controle</b>								
O chefe do domicílio sempre trabalhou na agricultura? (1997/98) [1/0]				<b>1,262</b> [0.602]*				3,454 [5.516]
Índice de riqueza no momento da chegada ao lote (1997/98)				-0,036 [0.070]				-0,642 [0.540]
Renda domiciliar mensal total (1997/98) [1 unid = 1R\$]				<b>0,001</b> [0.000]*				<b>0,012</b> [0.004]**
Usa ou já usou mão-de-obra familiar no lote? (1997/98) [1/0]				-0,500 [0.568]				<b>-10,500</b> [5.294]*
Tem ou já teve meeiros no lote? (1997/98) [1/0]				0,056 [0.482]				-1,903 [4.493]
Usa ou já usou mão-de-obra paga (permanente ou temporária) no lote? (1997/98) [1/0]				0,138 [0.408]				-1,189 [4.468]
Área do lote em floresta primária (1997/98) [ha] / [%]				<b>0,031</b> [0.009]**				<b>-0,237</b> [0.177]
Área do lote em pasto (1997/98) [ha] / [%]				<b>0,091</b> [0.010]**				0,213 [0.159]
Área do lote em culturas perenes (1997/98) [ha] / [%]				<b>0,078</b> [0.028]**				
Área do lote em culturas anuais (1997/98) [ha] / [%]				0,015 [0.056]				-0,253 [0.277]
Área do lote em floresta de sucessão secundária (1997/98) [ha] / [%]				<b>0,074</b> [0.016]**				-0,076 [0.211]
Área do lote em água (1997/98) [ha] / [%]				<b>0,365</b> [0.180]*				-0,292 [1.727]
Proporção do lote em terra roxa (alfisol) (1997/98) [%]				-0,012 [0.007]				-0,097 [0.072]
Tamanho do lote (1997/98) [ha]								0,038 [0.035]
Constante	<b>3,713</b> [1.648]*	<b>3,812</b> [1.710]*	-5,078 [4.994]	<b>-15,882</b> [4.410]**	6,576 [11.523]	13,529 [11.598]	-15,846 [42.283]	<b>-96,075</b> [41.636]**
Observações	253	227	227	219	253	227	227	219
R <sup>2</sup> ajustado (escalar) / Pseudo R <sup>2</sup> (proporcional)	0,0141	0,0236	0,0369	0,5286	0,0030	0,0040	0,0044	0,0405

**Erros-padrão robustos entre colchetes**

+ **significante a 10%**; \* **significante a 5%**; \*\* **significante a 1%**

**Fonte:** Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005), imagens de satélite Landsat TM (1995, 1996 e 1997) e imagens de satélite Landsat 7 ETM+ (2004, 2005 e 2006)

**Nota I:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households.** dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Nota II:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Dados das imagens de satélite classificadas em categorias de cobertura e uso do solo:** área de estudo de Altamira (1995, 1996, 1997, 2004, 2005, 2006). Microdados – dados cedidos, não publicados.

## 5.6 Considerações Finais

O interesse pelo estudo do desmatamento das florestas tropicais tem crescido devido ao seu potencial impacto sobre o aquecimento global por meio da emissão de gás carbônico na atmosfera (Pfaff *et al.*, 2007). Embora ainda fonte de controvérsia sobre quem seja o principal agente do desmatamento na Amazônia (D'Antona, VanWey & Hayashi, 2006), os pequenos agricultores aparecem como importantes atores no processo de derrubada das matas primárias em diversos pontos da região (Rindfuss *et al.*, 2007; Walker, Moran & Anselin, 2000).

Apesar de seu impacto sobre a paisagem da Amazônia, nossos resultados sugerem que os pequenos agricultores respondem racionalmente aos estímulos exógenos aos seus domicílios à medida que as fronteiras se consolidam e se integram com os mercados. Vimos que domicílios mais velhos estão associados a lotes com menor área em mata primária, sinalizando que a experiência adquirida por esses domicílios com as práticas de mercado ao longo do tempo induz a expansão da área destinada à produção agrícola de caráter comercial. Também apresentamos evidências de que as estratégias de diversificação da mão-de-obra (emigração dos filhos) reforçam a dualidade desse tipo de estratégia sobre o uso da terra. Ou seja, ao mesmo tempo em que ela é um instrumento de redução da variância na renda familiar (Caviglia-Harris & Sills, 2005), contribui para o aumento da restrição da oferta de trabalho (Stark & Lucas, 1988). O tempo de residência no lote, por seu turno, parece não influenciar o desmatamento, ecoando o argumento de Walker *et al.* (2002) de que o conhecimento específico ao lote, em especial suas características biofísicas, é mais importante para determinar o uso e do que a cobertura do solo. Ou seja, desmatar não depende necessariamente da composição do solo, ao passo que determinados tipos de cultura exigem solos com características específicas (cacau, por exemplo, desenvolve-se melhor em lotes com terra-roxa).

Adicionalmente, apresentamos evidências de que a distância aos centros urbanos influencia a extensão do desmatamento por afetar os custos e retornos das práticas agrícolas de caráter comercial. Assim, domicílios localizados em áreas marginais desmatam pouco enquanto os próximos aos centros urbanos apresentam as maiores áreas desmatadas. O crédito também se mostrou influente sobre os padrões do desmatamento ao longo do tempo; nossos resultados mostram que o acesso ao crédito reduz o desmatamento

contemporâneo (entre 1997 e 2005). Interpretamos esse resultado como uma combinação de resposta aos estímulos de mercado (aumento recente do preço do cacau) e restrições advindas dos princípios advogados pelas linhas de crédito subsidiado, que privilegiam o uso sustentado do solo (Benetti, 1994). Finalmente, observamos que as estratégias de uso do solo repetem-se ao longo do tempo; ou seja, lotes com maior área em mata desmatam menos e vice-versa.

Esses resultados corroboram evidências de outros estudos na região (Summers, 2008; Caldas *et al.*, 2007; Pan *et al.*, 2007; VanWey, D'Antona & Brondízio, 2007) de que em ambientes de pós-fronteira o desmatamento é crescentemente influenciado por forças externas e por fatores para além dos limites imediatos dos lotes. Apesar disso, as famílias continuam a utilizar seus recursos familiares (mão-de-obra e capital) de forma a equilibrar o seu grau de exposição ao mercado e o risco de empreendimentos agrícolas exclusivamente comerciais.

## 6 CICLO DE VIDA DOMICILIAR, CICLO DO LOTE E SISTEMAS DE USO DO SOLO

### 6.1 Introdução

No capítulo anterior avaliamos o desempenho do nosso modelo teórico adaptado de ciclo de vida em relação aos indicadores de desmatamento. No entanto, a área desmatada está diretamente associada a usos específicos do solo, como o cultivo de culturas perenes e anuais e a formação de pastagem. Neste capítulo pretendemos avaliar o modelo sobre os sistemas e as classes de uso do solo no nível do lote para a área de estudo de Altamira, Pará.

Os modelos de desmatamento apresentados anteriormente sugerem que o ciclo de vida é mais importante do que o ciclo do lote para explicar o desmatamento tanto contemporâneo quanto ao longo do tempo. Esse resultado responde parcialmente a uma de nossas hipóteses de que o efeito do ciclo de vida é mais relevante em relação ao desmatamento ao passo que o efeito do ciclo do lote predomina sobre o uso do solo. Fatores exógenos ao domicílio, no entanto, prevalecem sobre os indicadores do ciclo de vida e do lote, em especial os indicadores de integração com o mercado. A preponderância das influências exógenas ao domicílio é consistente com um ambiente de pós-fronteira, em que as relações com os mercados regionais e nacionais tornam-se mais fluidas e as conexões entre as áreas rurais e urbanas tornam-se mais intensas, facilitando os fluxos migratórios e a diversificação das estratégias de sobrevivência entre atividades agrícolas e não-agrícolas (Sherbinin *et al.*, 2008; Caviglia-Harris & Sills, 2005; Murphy, 2001).

Neste capítulo desagregamos a área desmatada em suas diferentes classes de uso do solo: culturas perenes, anuais, pasto, e floresta de sucessão secundária. Especificamente, procuramos analisar em que medida a mudança na composição demográfica e no tempo de residência influencia as estratégias de uso do solo entre os pequenos agricultores. Análises desagregadas por tipo e pelos sistemas de uso são importantes por uma série de razões: a) seus diferentes impactos ambientais e econômicos (Wood, 2002); b) suas diferentes demandas/requisitos de fatores (mão-de-obra, tipo de solo, etc.); c) por expressarem a

principal motivação para o desmatamento em fronteiras agrícolas em que predomina a produção domiciliar (Caldas *et al.*, 2007).

O aumento de evidências sobre a capacidade/limitação do ciclo de vida e do lote em prever as trajetórias de uso da terra entre pequenos agricultores é relevante uma vez que áreas ainda inexploradas da Amazônia estão potencialmente abertas a novas frentes de colonização com a retomada de iniciativas governamentais de expansão da infra-estrutura viária (Perz *et al.*, 2008). Ao mesmo tempo, o avanço da urbanização na região abre novas possibilidades de interação entre as áreas rurais e urbanas (Barbieri, Carr & Bilsborrow, 2009; Pfaff *et al.*, 2007; Soares-Filho *et al.*, 2004). Por fim, a análise dos determinantes demográficos e socioeconômicos das práticas de uso do solo pode fornecer informações relevantes aos gestores públicos, ao permitir “(...) latitude na promoção de práticas de uso sustentáveis do solo e desencorajar aquelas que prejudicam o meio ambiente ou causam migração para novas frentes de desmatamento” (Summers, 2008: 120 – tradução nossa).

## **6.2 Restrição Amostral**

A TAB. 6.1 apresenta os critérios de exclusão utilizados nas diferentes amostras-base para os modelos de regressão múltipla. Assim, como na análise do desmatamento (capítulo 5), as amostras decrescem em tamanho à medida que os grupos de variáveis consideradas são incorporados nas amostras em razão de dados faltantes. Apesar de existir informação sobre as classes de uso do solo em 2005 para 301 lotes, restringimos a amostra-base (na qual os filtros foram incidindo) às 293 observações utilizadas na construção dos sistemas de uso do solo, de modo a preservar a comparabilidade dos modelos finais (sistemas de uso do solo X classes de uso do solo).

**Tabela 6.1 – Construção dos bancos de dados – Tamanho das amostras de interesse – Área de Estudo de Altamira, 1997, 1998 e 2005**

Amostras	Filtros	Tamanho amostral
Sistemas de Uso do Solo	Com indicadores do CVD	293
	Com indicadores do CVD + CL	293
	Com indicadores do CVD + CL + RS	255
	Com indicadores do CVD + CL + RS + IRU	255
	Com indicadores do CVD + CL + IRU + RS + IM	255
	Com indicadores do CVD + CL + IRU + RS + IM + VC	255
Classes de Uso do Solo	Com indicadores do CVD	293
	Com indicadores do CVD + CL	293
	Com indicadores do CVD + CL + RS	255
	Com indicadores do CVD + CL + RS + IRU	255
	Com indicadores do CVD + CL + IRU + RS + IM	255
	Com indicadores do CVD + CL + IRU + RS + IM + VC	255

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Nota II: CVD = ciclo de vida domiciliar; CL = ciclo do lote; IRU = interação rural-urbano; RS = rede social; IM = integração com o mercado; VC = variáveis de controle

### 6.3 Operacionalização Metodológica

Neste capítulo utilizamos estatísticas descritivas, testes de correlação pareada (para as classes de uso do solo), testes de média (para os sistemas de uso do solo), análise de conteúdo das entrevistas com os agricultores selecionados da região, e modelos de regressão múltipla. Nas tabelas descritivas, apresentamos a distribuição dos lotes segundo as diferentes classes de uso do solo para ambos os anos (1997/98 e 2005) e para a mudança entre os dois períodos. Também apresentamos a distribuição dos lotes segundo os sistemas de uso do solo e uma breve caracterização desses sistemas.

Assim como no cap. 5, testamos a correlação bivariada entre as classes de uso do solo e as variáveis sugeridas pela TAB. 2.1 de modo a orientar candidatas potenciais, dentre as variáveis de controle, nos modelos de classes de uso do solo<sup>1</sup>. As transformações utilizadas nas variáveis dependentes e independentes seguiram as normalizações sugeridas pela TAB. 5.2 (cap. 5). Neste capítulo, duas técnicas de regressão foram utilizadas conforme o tipo de variável dependente: regressão multinomial logística (modelos de sistema de uso do solo) e

<sup>1</sup> Foram testadas as correlações a 1, 5 e 10% de significância.

regressões de equações lineares aparentemente não-relacionadas (modelos de classe de uso do solo). Os detalhes sobre a especificação e estimação dos modelos de regressão e sobre a construção dos sistemas de uso do solo foram discutidos no capítulo 4.

No capítulo 5, obtivemos evidência da inter-relação entre ciclo de vida e ciclo do lote sobre o desmatamento. Neste capítulo, trabalhamos com a hipótese de que o efeito do ciclo do lote sobre a relação entre ciclo de vida e uso da terra é maior para as culturas comerciais do que para as culturas anuais e as áreas não-produtivas (mata e sucessão secundária). Essa hipótese é derivada do argumento de VanWey, Guedes & D'Antona (2008) e de Moran *et al.* (2006) de que, com o desenvolvimento da fronteira, instituições sociais e quase-econômicas emergem, modificando as preferências dos agricultores em relação a culturas de maior retorno. Na presença dessas instituições endógenas à região, a mão-de-obra familiar é liberada e pode ser utilizada para outros fins, incluindo a manutenção de pequenas áreas para fins não-comerciais (Ludewigs & Brondízio, 2009). Os testes para a hipótese sugerida seguiram a mesma proposta metodológica do capítulo 5 (seção 5.3).

#### **6.4 Análise Descritiva**

##### *Variável dependente*

Aproximamos o uso do solo por intermédio de duas variáveis dependentes principais: classes tradicionais de uso do solo (pasto, culturas perenes, culturas anuais e floresta de sucessão secundária) e sistemas de uso do solo (“pasto + anuais”, “pasto + gado”, “perenes + pasto”, “perenes” e “indefinido”). As classes de uso do solo são, por seu turno, mensuradas em nível (área em hectares) e em proporção (% do lote).

**Tabela 6.2 – Variáveis indicadoras das classes de uso ou mudança nas classes de uso do solo, e estatísticas descritivas (média e desvio-padrão) para 1997/1998, 2005 e mudança entre os períodos – Área de Estudo de Altamira**

Definição Operacional	1997/1998	2005	Mudança (97/98 → 2005) <sup>1</sup>
Área do lote em pasto (ha)	40,1 ± 48,6	51,5 ± 59,6	11,4 ± 22,4***
Área do lote em culturas perenes (ha)	8,6 ± 13,8	10,8 ± 15,6	2,2 ± 7,3***
Área do lote em culturas anuais (ha)	2,8 ± 3,9	1,3 ± 2,6	-1,5 ± 4,4***
Área do lote em floresta de sucessão secundária (ha)	7,5 ± 12,5	9,9 ± 12,4	2,4 ± 13,4***
Proporção do lote em pasto (%)	34,6 ± 22,9	44,4 ± 26,8	9,9 ± 16,1***
Proporção do lote em culturas perenes (%)	8,8 ± 13,8	11,2 ± 16,0	2,3 ± 7,6***
Proporção do lote em culturas anuais (%)	2,7 ± 3,9	1,3 ± 2,7	-1,4 ± 4,5***
Proporção do lote em floresta de sucessão secundária (%)	7,3 ± 11,2	9,9 ± 11,9	2,7 ± 11,4***

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998, 2005).

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Nota II: Teste pareado de médias entre 1997/1998 e 2005: \*\*\* p < 0,01.

A TAB. 6.2 apresenta a alocação do lote em diferentes usos para 1997/1998, 2005 e para a mudança (2005 – 1997/98) entre os agricultores da região em torno de Altamira. De modo geral, o pasto se destaca como a principal classe de uso em ambos os anos (34,6% em 1997/1998 e 44,4% em 2005). A predominância de pastagem em relação às demais classes é característica de sistemas extensivos, especialmente em sistemas multi-culturas, em que o pasto é rotacionado com plantações de culturas anuais, como no caso da área de estudo de Altamira (Ludewigs *et al.*, 2009; Moran, Brondízio & McCracken, 2002)<sup>2</sup>. O cultivo de perenes aparece como o segundo principal uso do solo na região. Entre 1997/1998 e 2005, observa-se um aumento na área em pasto (9,9%) e em perenes (2,3%) e uma redução na proporção do lote destinada a anuais (-1,4%). O aumento das áreas sob uso comercial é uma consequência recorrente de fronteiras em estágio avançado de consolidação, uma vez que as famílias de agricultores podem derivar uma parte maior de sua sobrevivência a partir da venda da produção agrícola (Perz, Walker & Caldas, 2006).

A análise de classes de uso do solo, no entanto, não fornece a melhor descrição das verdadeiras práticas de uso da terra, pois tende a considerar cada uso de forma isolada. Assim, a próxima seção discute o uso da terra a partir da perspectiva da produção conjunta (Walker *et al.*, 2002), considerando tanto o uso do solo quanto as características principais da produção (quantidade e destinação).

<sup>2</sup> Também verificado em regiões de assentamento próximas a Santarém e Belterra (D'Antona, VanWey & Hayashi, 2006).

### Caracterizando os sistemas de uso do solo na área de estudo de Altamira

Definimos sistema de uso do solo como a combinação de diferentes classes de uso da terra, acrescidas das características (quantidade e destinação) da produção desagregadas por tipo de cultura específica (por exemplo, café, cacau, mandioca e derivados, milho, feijão, etc.). Essa definição operacional se diferencia do conceito de sistemas agrícolas da FAO (Dixon, 2001) por não incorporar outros elementos da organização da produção (como, por exemplo, os tipos de mão-de-obra utilizada na produção, a divisão sexual do trabalho agrícola e doméstico, etc.).

De acordo com a TAB. 4.2 (capítulo 4), nossa análise de conjuntos nebulosos aplicada aos dados de produção e cobertura/uso do solo produziu 3 perfis extremos, 6 tipos mistos e 1 conjunto amorfo, totalizando 10 sistemas de uso. Com esse nível de desagregação, muitos sistemas eram similares na maioria das dimensões relevantes (ou seja, das variáveis empregadas em seu delineamento). Com vistas a reduzir o número de grupos, efetuamos testes de média, comparando a média das variáveis utilizadas na construção dos perfis (as 28 variáveis listadas na TAB. A.2, em anexo) entre cada um dos 10 grupos. Combinando as informações derivadas das entrevistas com os agricultores sobre as principais características definidoras dos sistemas típicos de uso do solo na região e os testes de média, rearranjamos esses 10 grupos em um menor número de sistemas finais.

O agrupamento baseado no teste de médias seguiu o seguinte critério: quando a maioria das diferenças entre as médias das variáveis componentes ( $\geq 70\%$ ) apresentava um nível de significância superior a 0,05 em relação a dois grupos específicos, os dois grupos eram combinados. A TAB A.6 apresenta os valores-p dos testes de média entre os sistemas de uso finais para validação interna de suas diferenças intergrupo. Nossos sistemas finais corresponderam aos quatro sistemas sugeridos pelas DEPs (FIG. 4.3, capítulo 4) além de um perfil caracterizado pela predominância de pasto, porém com relativa importância das anuais. Esse perfil se diferencia do sistema “pasto + gado” sugerido pela DEP (FIG. 4.3, painel c) pela menor área em pastagens, menor dimensão do lote e menor quantidade de gado.

Após o reagrupamento, obtivemos 5 sistemas de uso do solo, distribuídos da seguinte maneira: “indefinido” (15,4%), “pasto + anuais” (11,6%), “perenes + pasto” (26,6%), “perenes” (28,7%) e “pasto + gado” (17,8%). A concentração dos lotes sob os sistemas

“perenes” ou “perenes + pasto” indica a importância da cultura do cacau (a principal perene cultivada) na região, favorecida pela abundância de alfisolos (terra-roxa) quando comparado a outras áreas da Amazônia Brasileira (Moran, Brondízio & McCracken, 2002). Apesar da preponderância das pastagens na alocação da área do lote (TAB. 6.2), há uma importância incontestável das culturas perenes sob a composição da paisagem da nossa área de estudo (55,3% dos lotes têm sistemas baseados total ou parcialmente em cultivo de perenes)<sup>3</sup>. A predominância de sistemas baseado em perenes contrasta diretamente com os 60,6% dos lotes na área de estudo de Uruará (contígua à região de Altamira) em que a especialização em anuais representa o principal sistema de uso da região (Walker *et al.*, 2002: 188).

A TAB. 6.3 caracteriza os cinco sistemas finais em termos das principais classes de uso da terra. Em todos os sistemas a proporção de anuais (máximo de 2,3% do lote) e floresta de sucessão secundária (máximo de 11,0% do lote) é muito baixa. As anuais parecem ser cultivadas apenas para atender as necessidades imediatas de consumo, independentemente do tipo de sistema.

Ao desagregarmos as classes de uso do solo por sistemas de uso, no entanto, percebemos importantes diferenças entre eles (TAB 6.3). O sistema “indefinido” é caracterizado por lotes de tamanho padrão ( $98,7 \pm 2,4$  hectares), menor área em sucessão secundária que os demais sistemas (10,2%), pouca floresta primária (29,0%), pequena área em anuais (0,5%) e uma proporção intermediária de perenes em relação aos demais sistemas (7,9%). O sistema “pasto + anuais” é caracterizado por lotes com um tamanho ligeiramente acima da média (118 hectares), com pouca área em mata (23,8% do lote), baixíssima área em perene (3,9% do lote), muito pasto (56,8% do lote) e uma quantidade considerável de gado (6° decil). O sistema “perene + pasto” caracteriza-se por lotes de tamanho padrão ( $102,5 \pm 5,9$  hectares), pouca sucessão secundária (11%), uma área elevada em mata (43,1%) e uma das maiores áreas em anuais entre os sistemas (2,5%). Também possui uma área relativamente alta de perenes, 32,6% de pasto e baixa quantidade de gado (4° decil). O sistema de especialização em “perenes” é caracterizado por lotes menores ( $83,8 \pm 2,0$ ) com área relativamente alta de mata (35,4%), alta proporção do lote em perenes (23,9%), área

---

<sup>3</sup> A avaliação pré-campo dos sistemas de uso do solo, gerada pela análise binária de *cluster (k-means)*, sugeria que sistemas baseados em perenes atingiam apenas 40% dos lotes (uma subestimação da heterogeneidade amostral de aproximadamente 20%). O ganho na descrição do uso do solo quando utilizadas análises multivariadas baseadas em conjuntos nebulosos fica claro na diferença entre esses resultados e já havia sido advogado por outros autores (por exemplo, Brandtberg, 2002).

relativamente baixa em pasto (26,5%) e pouca quantidade relativa de gado (4° decil). O sistema “pasto + gado” agrega os maiores lotes ( $143,8 \pm 17,1$  hectares), baixíssima área em sucessão secundária (4,5% do lote), com área muito pequena em floresta primária (15,4% do lote), virtualmente nenhuma área em anuais (0,3% do lote) e perenes (0,8% do lote). Por outro lado, apresenta uma alta proporção em pasto (78,4% do lote) e os lotes com os maiores rebanhos bovinos (7° decil).

**Tabela 6.3 – Distribuição das classes de uso do solo segundo sistemas de uso da terra – Área de Estudo de Altamira, 1997, 1998 e 2005**

Definição Operacional	Indefinido		Pasto + Anuais		Perenes + Pasto		Perenes		Pasto + Gado	
	97/98	2005	97/98	2005	97/98	2005	97/98	2005	97/98	2005
Área do lote em pasto (ha)	38,3	50,4	53,3	67,1	23,9	33,4	20,7	24,9	88,5	112,7
Área do lote em culturas perenes (ha)	6,5	7,2	2,5	4,6	7,6	9,5	17,7	22,5	1,4	1,1
Área do lote em culturas anuais (ha)	2,7	0,5	4,2	2,4	3,3	2,3	1,9	0,9	2,6	0,4
Área do lote em floresta de sucessão secundária (ha)	7,9	10,0	6,6	11,6	7,6	11,1	7,9	10,3	7,0	6,5
Proporção do lote em pasto (%)	39,2	51,3	45,1	57,8	22,0	32,0	23,1	26,9	61,0	76,7
Proporção do lote em culturas perenes (%)	6,5	7,0	2,4	3,6	7,8	9,8	18,3	23,9	1,4	1,1
Proporção do lote em culturas anuais (%)	3,0	0,4	3,8	2,1	3,3	2,5	2,0	0,9	2,0	0,4
Proporção do lote em floresta de sucessão secundária (%)	7,9	10,1	5,0	11,0	7,8	11,0	8,8	11,3	4,9	5,3

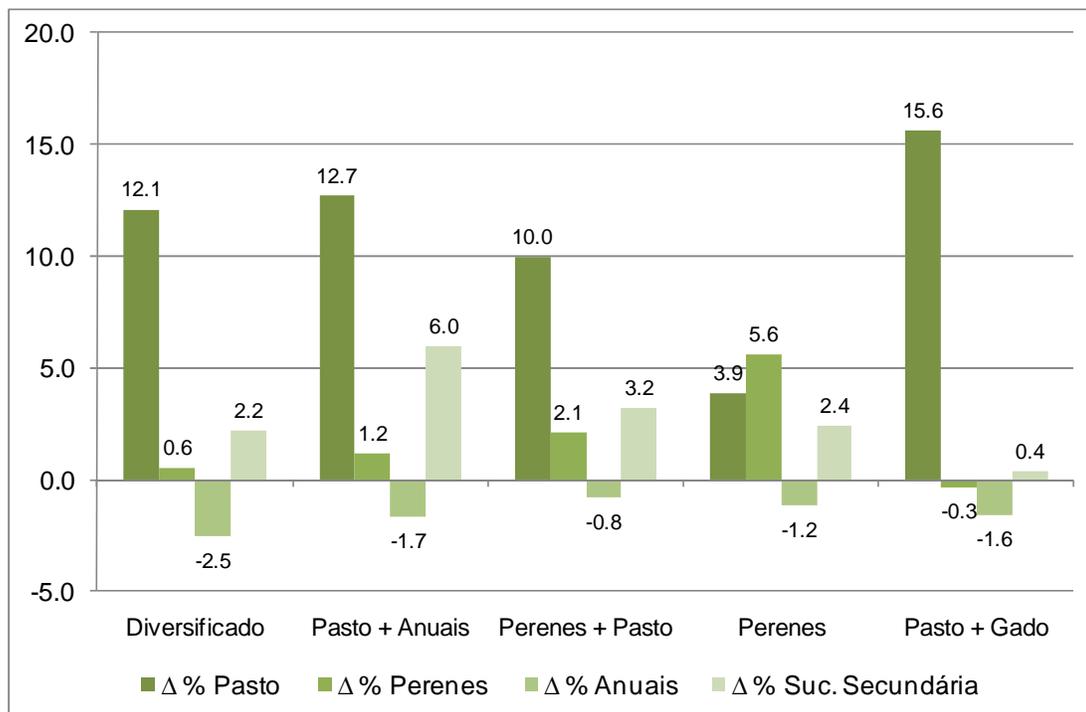
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

A mudança na alocação relativa das classes entre 1997/1998 e 2005 também apresentou importantes variações entre os sistemas. O sistema “pasto + anuais” foi aquele para o qual se verificou a maior elevação da proporção em floresta de sucessão secundária. Esse aumento é esperado devido ao tipo de seqüência de uso do solo característico dessa região (desmatamento → anuais → pasto → abandono ou pousio) (ver FIG. 3.1, no capítulo 3). O aumento na proporção da área em pasto concentrou-se nos sistemas “pasto + gado” e “pasto + anuais”, ao passo que o aumento na proporção de perenes concentrou-se nos sistemas com predominância das culturas perenes (“perene” e “perene + pasto”). Esses

resultados (FIG. 6.1) sugerem que usos ambientalmente sustentáveis<sup>4</sup> (especificamente o cultivo de cacau) previnem o avanço do pasto (como no caso do sistema “perene + pasto”).

**Figura 6.1 – Mudança absoluta (2005 – 1997/98) na proporção do lote sob diferentes classes de uso do solo por tipo de sistema de uso – Área de Estudo de Altamira, 1997/98 e 2005**



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Em termos da produção agrícola, os sistemas também apresentam diferenças significativas. A TAB. 6.4 descreve os sistemas de acordo com o tipo de cultura/produto cultivado/produzido no lote, a quantidade produzida (nível da produção) e o destino da produção. Os valores do nível da produção são expressos em relação à distribuição acumulada do produto/cultura específico na amostra.

O sistema “pasto + anuais” é caracterizado pela produção médio-alta<sup>5</sup> de derivados de animais (leite, ovos, queijo) destinados especialmente à venda. Entre as anuais, o sistema

<sup>4</sup> É importante lembrar que nem todas as formas de perene fornecem serviços ambientais positivos. O cacau, no entanto, é considerado como reflorestamento após aproximadamente 20 anos, e é capaz de reconstituir parte importante da biodiversidade de florestas primárias, especialmente quando cultivadas em conjunto a culturas anuais, como a bananeira (Brasil, 2009).

destaca-se pela elevada produção comercial de arroz e milho (que, segundo a entrevista com o agricultor representante desse sistema, são plantados em áreas recém-desmatadas antes de serem convertidas para pastos) e na produção para subsistência de mandioca e feijão (anuais) e um pouco de café e pimenta-do-reino (perenes). O sistema “pasto + gado” é basicamente caracterizado pela alta produção comercial de derivados de animais e milho e uma produção intermediária de arroz nas áreas abertas para futura formação de pastagem. O sistema “indefinido” apresenta níveis médios de produção para venda de derivados de animais e cacau e produção para auto-consumo de pimenta-do-reino. O sistema “perenes + pasto” é o que apresenta a maior diversidade de culturas em razão da flexibilidade no uso do pasto para o cultivo de outras culturas agrícolas<sup>6</sup>. Assim, os lotes desse sistema são caracterizados por produção média de derivados de animais, feijão, mandioca e derivados, café e frutas para subsistência, além da pequena produção comercial de pimenta-do-reino, arroz e milho. Por fim, o sistema de especialização em “perenes” caracteriza-se pela elevada produção comercial de frutas (cupuaçu e citros), café e, em especial, cacau.

---

<sup>5</sup> Categorizamos o nível de produção em: baixo, médio-baixo, médio, médio-alto, alto. A escolha do nível foi baseada no valor da Relação Lâmbda Frequência Marginal (RLFM) e no quantil da produção (TAB. A.2). A distinção do nível de produção por cultura permite diferenciar dois produtores com a mesma estratégia de produção, porém com maior influência sobre a oferta local da cultura agrícola (Walker *et al.*, 2002). Em mercados locais, a escala de produção pode ter um efeito não-desprezível sobre a formação de preços finais auferidos (Bonnal *et al.*, 1993).

<sup>6</sup> Informação advinda do entrevistado representante desse sistema. Ademais, de acordo com as informações obtidas com a entrevista, esses lotes são predominantes em áreas de transição em que se percebe claramente a distinção do solo entre terra roxa (alfisol) e solo mais arenoso.

**Tabela 6.4 – Características da produção agrícola do lote por sistema de uso do solo – Área de Estudo e Altamira, 2005**

Cultura / produto	Tipo	Pasto + Anuais		Pasto + Gado		Diversificado	
		Destino produção	Nível produção	Destino produção	Nível produção	Destino produção	Nível produção
Derivados de animais	OA	V, AC/V	Médio-alto	V; AC/V	Alto	V, AC/V	Médio
Café	P	AC, AC/V	Baixo	-	-	-	-
Cacau	P	-	-	-	-	V	Médio
Pimenta-do-reino	P	AC, AC/V	Baixo	-	-	AC	Médio
Arroz	A	V, AC/V	Alto	AC, V	Médio-alto	-	-
Feijão	A	AC*, V, AC/V	Alto	-	-	-	-
Milho	A	AC, V*, AC/V	Médio	AC	Alto	-	-
Mandioca e derivados	A	AC*,V	Alto	-	-	-	-
Frutas	P	NDP	NDP	-	-	-	-
Outros	P/A	AC, AC/V	Médio	AC*, V, AC/V	Médio	AC	Médio

Cultura / produto	Tipo	Perenes + Pasto		Perenes	
		Destino produção	Nível produção	Destino produção	Nível produção
Derivados de animais	OA	AC	Médio	-	-
Café	P	AC, AC/V	Médio-baixo	V	Alto
Cacau	P	NDP	NDP	V	Alto
Pimenta-do-reino	P	V, AC/V	Médio-baixo	NDP	NDP
Arroz	A	AC, V*, AC/V	Baixo	-	-
Feijão	A	AC*, V, AC/V	Médio	-	-
Milho	A	AC, V*, AC/V	Médio	-	-
Mandioca e derivados	A	AC*, V, AC/V	Médio	-	-
Frutas	P	AC	Baixo	V, AC/V	Alto
Outros	P/A	NDP	NDP	NDP	NDP

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (2005)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral*: área de estudo de Altamira (2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Nota II: Nível da produção definido em relação à distribuição acumulada da cultura específica na amostra

Nota III: OA = origem animal; P = perenes; A = anuais

Nota IV = AC = auto-consumo; V = venda; NDP = não discrimina perfil

A seção seguinte desagrega os sistemas de uso segundo as variáveis independentes sugeridas na TAB 2.1. Apresentamos algumas estatísticas descritivas e testes de correlação pareada, que testam a associação linear bivariada entre os fatores explicativos e os indicadores de uso do solo na nossa área de estudo. Grosso modo, esperamos relações similares entre as variáveis independentes e os sistemas “pasto + anuais” e “pasto + gado” assim como para os sistemas “perenes” e “perenes + pasto”. Esses sistemas possuem claramente uma classe predominante.

### *Variáveis independentes*

#### Relação das variáveis-chave com os sistemas de uso do solo

A TAB. 6.5 apresenta estatísticas descritivas das variáveis-chaves sugeridas pelo modelo modificado de ciclo de vida (cap. 2) segundo os sistemas de uso do solo. As variáveis de ciclo de vida, em geral, apresentam o resultado predito pelas relações teóricas. No entanto,

essa relação não é linear nem direta e parece refletir a história de assentamento da região. Por exemplo, os sistemas “pasto + anuais” e “indefinido” incorporam os lotes com os chefes de maior idade (54 e 53 anos, respectivamente). Esses sistemas são predominantes no entorno do município de Brasil Novo (distância de 60 km a Altamira), onde os agricultores mais antigos residem. Domicílios com estrutura etária mais jovem (maior razão de dependência) concentram-se nos sistemas “perene + pasto”, “perenes” (0,36 e 0,38, respectivamente<sup>7</sup>), localizados em torno de Medicilândia. Por fim, o sistema “pasto + gado” é caracterizado por domicílios com baixa razão de dependência (0,30) (porém, com menor número de crianças e maior número de idosos do que os outros lotes) e com a menor densidade demográfica entre os sistemas. Esse resultado condiz com a forma de organização do sistema: lotes maiores com grande quantidade de gado, que exige menos mão-de-obra para seu manejo.

O tempo de residência também se correlaciona com os sistemas por meio de sua história de assentamento, mas de forma independente dos indicadores do ciclo de vida<sup>8</sup>. O tempo médio de residência decresce a partir dos lotes próximos ao município de Brasil Novo (“indefinido” e “pasto + anuais”) em direção ao município de Medicilândia, na divisa com Uruará (“perenes” e “perenes + pasto”). A exceção fica por conta dos lotes sob o sistema “pasto + gado”, próximos ao município de Altamira. Essa região é, coincidentemente, o segmento da área de estudo com maior frequência de venda e consolidação de lotes (Ludewigs *et al.*, 2009; VanWey, Guedes & D’Antona, 2008).

---

<sup>7</sup> Ou seja, 36 e 38 dependentes para cada 100 residentes do domicílio entre 15 e 64 anos de idade.

<sup>8</sup> Por exemplo, sistemas em que os domicílios possuem tempo médio de residência semelhante (“pasto + anuais” e “pasto + gado”) possuem chefes com idades distintas (maior para “pasto + anuais”). O mesmo é válido para o número de adultos no domicílio (menor para “pasto + gado”).

**Tabela 6.5 – Média das variáveis-chave para o modelo de ciclo de vida modificado segundo os sistemas de uso do solo – Área de Estudo de Altamira, 2005**

Variáveis-chave	Indefinido	Pasto + Anuais	Perenes + Pasto	Perenes	Pasto + Gado
<b>Ciclo de vida</b>					
Idade do chefe do domicílio	53,36	54,03	50,96	50,15	49,79
Razão de dependência domiciliar	0,35	0,27	0,36	0,38	0,30
Número (#) de adultos (15-59 anos)	4,67	5,53	5,55	5,06	3,96
# de homens adultos	2,76	3,35	3,33	2,83	2,12
# de mulheres adultas	1,87	2,18	2,19	2,20	1,81
<b>Ciclo do lote</b>					
Tempo de residência	17,47	14,59	13,55	16,68	15,00
<b>Interação rural-urbano</b>					
# de filhos que saíram de casa entre 1997/98 e 2004	1,36	1,53	1,18	1,20	0,89
# de filhos que enviaram dinheiro para o domicílio em 2004	2,40	3,15	0,18	2,61	0,12
<b>Rede social</b>					
Participa de associação/cooperativa agrícola? (1=sim;0=não)	0,84	0,91	0,65	0,82	0,88
<b>Integração com o mercado</b>					
Distância ao centro urbano mais próximo (Km)	19,06	17,51	25,68	22,17	16,62
Distância até a área urbana de Altamira (Km)	60,49	60,07	85,98	80,35	44,78
Boa acessibilidade ao lote na estação chuvosa? (1/0)	0,84	0,68	0,76	0,74	0,88
Proporção da produção vendida	63,26	50,29	49,33	65,97	75,92

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral:** área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Em relação aos indicadores de interação rural-urbana, os resultados são consistentes com o argumento de VanWey, Guedes & D'Antona (2009) de que a perda de mão-de-obra representada pela emigração dos filhos é mais do que compensada pelas remessas feitas por esses filhos para o domicílio parental. Por exemplo, para a maioria dos sistemas, o número de filhos que emigraram do domicílio rural é menor do que o número de filhos que enviaram dinheiro para os pais. Essa compensação, entretanto, não é verificada em dois sistemas com características distintas: “perenes + pasto” e “pasto + gado”. O primeiro é caracterizado por lotes de assentamento mais recentes, mais dependentes da produção para subsistência (menos de 50% da produção destinada à venda)<sup>9</sup>. Já entre os lotes do sistema “pasto + gado”, a baixa participação dos filhos nas remessas ocorre porque entre esses lotes há uma maior proporção de dupla residência (rural e urbana). Assim, os filhos saem

<sup>9</sup> A emigração dos filhos entre esses lotes deu-se no final do período (1997/98 a 2004), em geral para outras áreas rurais.

para estudar e, ao necessitar de auxílio dos pais, reverterem a direção das transferências (Guedes, Queiroz & VanWey, 2009).

Quanto à participação em cooperativas e associações agrícolas, parece haver uma correlação mais forte com os sistemas “pasto + gado” e “perenes” (exatamente os dois sistemas de maior integração com os mercados – 66% e 76% da produção do lote voltada para fins comerciais, respectivamente). Esses resultados dão suporte, embora parcial, à hipótese de que as redes sociais e familiares representam uma fonte informal de crédito e informação ao mesmo tempo em que possibilitam às familiares solucionarem restrições na mão-de-obra familiar (Rosenweig & Stark, 1989). Essas relações serão mais bem avaliadas nos modelos de regressão múltipla, apresentados adiante.

#### Relação das variáveis-chave com as classes de uso do solo

Nesta seção voltamos a atenção para a relação bivariada entre as variáveis-chave do nosso modelo adaptado de ciclo de vida e as classes tradicionais de uso do solo. Em geral, os resultados das TAB. 6.5 e TAB 6.6 se complementam. Entre as variáveis de ciclo de vida, só encontramos relações significativas para número de adultos e anuais/sucessão secundária e para a razão de dependência e a proporção do lote em pasto. A relação entre oferta de trabalho familiar (número de adultos no domicílio), por seu turno, é contrária à prevista pela teoria do ciclo de vida (positivamente relacionada com o aumento da proporção do lote em anuais).

Do ponto de vista do ciclo do lote, obtivemos a relação esperada para as anuais e perenes. Domicílios com menor tempo de residência têm uma maior proporção do lote em anuais e uma menor proporção alocada para culturas perenes. Apesar de também termos encontrado uma relação positiva entre tempo de residência e sucessão secundária, conforme sugerido por McCracken *et al.* (2002, 1999), essa relação não apresentou significância estatística. A não-correlação entre pasto e tempo de residência confirma a relação não-linear entre sistemas de pasto e tempo de residência sugerida pela TAB. 6.5.

Em relação aos indicadores da interação rural-urbana, somente a remessa de dinheiro foi significativa e para a proporção do lote em perenes. Em geral, as remessas estão associadas ao aumento da área em perenes, sugerindo que as transferências intergeracionais privadas servem como um importante instrumento de crédito (informal) entre pequenos agricultores (Yang & Choi, 2007). Apesar de somente significativo em relação à área em perenes, as

transferências ascendentes (dos filhos para os pais) estão também associadas à redução da formação de pasto e aumento da área em sucessão secundária, sugerindo que a oferta de crédito nesta região pode ser um instrumento de promoção de usos ambientalmente sustentáveis, dependendo do tipo de sequência de uso do solo. Em relação à participação em cooperativas, encontramos uma associação positiva entre aumento da proporção do lote sob pasto e associação a essas cooperativas. Conforme sugerido por Moran, Brondízio & McCracken (2002), até há alguns anos atrás, a maioria dos agricultores que se associavam a cooperativas buscavam recursos para financiar a derrubada de árvores para formação de pastagens, o que explica esse resultado. Por fim, a TAB. 6.6 confirma a associação prevista na TAB. 2.1 (capítulo 2) entre aumento da distância dos lotes aos centros urbanos e o declínio nas áreas utilizadas para fins comerciais (pasto e perene). A intensidade da integração com os mercados (aproximada pela proporção da produção agrícola que é vendida) também está associada com o aumento da proporção do lote sob perenes e pasto e declínio (embora não significativo) de anuais.

**Tabela 6.6 – Teste de correlação pareada entre variáveis-chaves do modelo de ciclo de vida modificado e as classes de uso do solo – Área de Estudo de Altamira, 2005**

Variáveis-chave	Anuais	Perenes	Pasto	SSE
<b><i>Ciclo de vida</i></b>				
Idade do chefe do domicílio	-0,0486	0,0966+	0,0698	-0,0056
Razão de dependência domiciliar	0,0584	0,0414	-0,1525**	0,1251
Número (#) de adultos (15-59 anos)	0,2108**	-0,0195	-0,1118+	0,0284*
# de homens adultos	0,1750**	-0,0111	-0,0811	0,0734
# de mulheres adultas	0,1533**	-0,0195	-0,098+	-0,0346
<b><i>Ciclo do lote</i></b>				
Tempo de residência	-0,1056+	0,2904**	0,0076	0,0507
<b><i>Interação rural-urbano</i></b>				
# de filhos que saíram de casa entre 1997/98 e 2004	0,0676	-0,0123	0,0337	-0,0202
# de filhos que enviaram dinheiro para o domicílio em 2004	-0,0200	0,1752**	-0,0744	0,0084
<b><i>Rede social</i></b>				
Participa de associação/cooperativa agrícola? (1=sim;0=não)	-0,0607	0,0856	0,1899**	-0,0284
<b><i>Integração com o mercado</i></b>				
Distância ao centro urbano mais próximo (Km)	-0,0222	-0,2386**	-0,2913**	0,0374
Distância até a área urbana de Altamira (Km)	0,0085	0,0658	-0,4980**	0,1315*
Boa acessibilidade ao lote na estação chuvosa? (1/0)	0,0313	0,0171	0,0872	-0,0627
Proporção da produção vendida	-0,0215	0,1918**	0,1059+	-0,0968+

+ **significante a 10%**; \* **significante a 5%**; \*\* **significante a 1%**. SSE = floresta de sucessão secundária

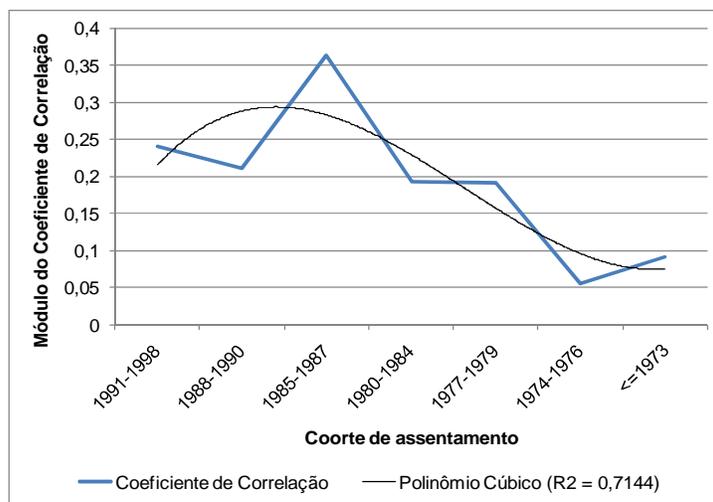
Fonte: **Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)**

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral:** área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

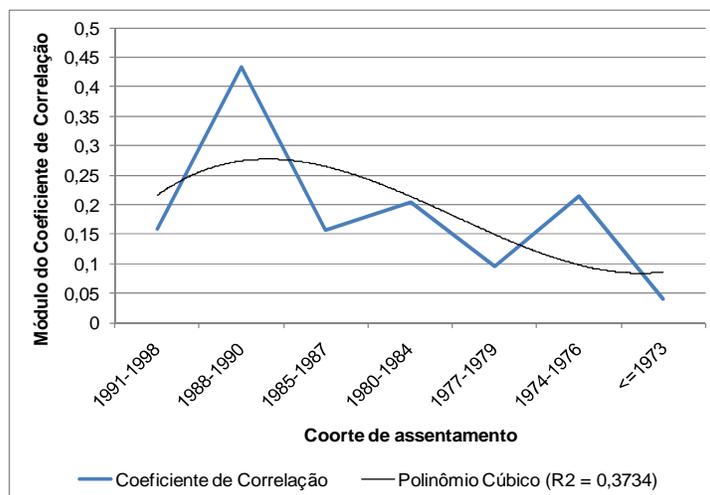
Assim como no capítulo 5, procuramos evidências empíricas que sustentem nossa hipótese de que a relação entre ciclo de vida e cobertura/uso do solo é mediada pelo tempo de residência ao afetar a latitude de planejamento dos agricultores. Utilizando a mesma estratégia do capítulo 5, analisamos o grau de correlação pareada entre um indicador de ciclo de vida e o uso do solo. Agregamos as proporções do lote sob culturas perenes e pasto de modo a construir um indicador de uso comercial do lote. De acordo com a FIG. 6.2, a influência do tempo de residência na relação entre razão de dependência domiciliar e uso do solo é maior para as áreas comerciais do que para as não-comerciais ( $R^2=0,7140$  contra  $R^2=0,3730$ ) e, em ambos os tipos de uso, a relação entre ciclo de vida e uso do solo decresce com o tempo de residência, assim como sugerido pela FIG. 5.3 (capítulo 5).

**Figura 6.2 – Relação entre área do lote sob uso comercial/não-comercial e razão de dependência domiciliar por tempo de residência no lote - Área de Estudo de Altamira, 2005**

a) Uso comercial do solo (culturas perenes + pasto)



b) Uso não-comercial do solo (culturas anuais + sucessão secundária)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998, 2005)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Nota II: Coeficiente de correlação em módulo. Para uso comercial a associação real é negativa, para a não-comercial, a associação é positiva.

## 6.5 Análise de Regressão

Esta seção apresenta os resultados obtidos pelos modelos de sistema e classes de uso do solo, utilizando-se regressões múltiplas. A análise descritiva e os testes de correlação na seção anterior sugeriram que a relação entre ciclo de vida e uso do solo não é linear nem direta e que é influenciada pelo tempo de residência. Ademais, os resultados sobre sistemas de uso do solo sugerem que estes refletem o processo de assentamento da própria região e são afetados pelas características biofísicas do solo e pela posição em relação aos mercados urbanos principais.

Nesta seção, apresentamos os resultados dessas relações expressas com base em análises multivariadas, em que fatores intervenientes nas relações entre variáveis-chave do modelo de ciclo de vida modificado (TAB. 2.1) e sistemas/uso do solo são levados em consideração. Os modelos multivariados foram divididos em dois tipos principais: a) modelos de sistema de uso do solo e, b) modelos de classe de uso do solo. Com vistas a facilitar a comparação entre os modelos de desmatamento e uso do solo, mantivemos as mesmas variáveis independentes utilizadas nos modelos do capítulo 5.

Também apresentamos, sempre que apropriado, alguns trechos das entrevistas com os quatro agricultores representantes dos sistemas de uso do solo da região. Esses trechos transcritos são utilizados quando acreditamos lançar luz sobre resultados inesperados ou

contrários às predições do nosso modelo ou mesmo para reforçar achados previstos pelo referencial teórico. Os nomes dos agricultores entrevistados e de terceiros citados nas entrevistas foram modificados para evitar riscos de identificação pessoal, conforme sugerido por Miles & Huberman (1994). Reconhecemos que as entrevistas providas pelos agricultores, chamados de “representantes” de cada um dos sistemas, não têm representatividade estatística. Seus relatos dizem respeito às suas impressões sobre a organização dos sistemas de uso do solo que eles “representam” e não correspondem necessariamente à organização real de todos os lotes daquele sistema.

### ***Modelo de ciclo de vida modificado e sistemas de uso do solo***

A TAB. 6.7 apresenta os coeficientes não exponenciados do modelo multinomial logístico aplicado aos sistemas de uso propostos neste capítulo. Todos os resultados são comparados ao sistema de especialização em “perenes”, que representa o mais importante uso do solo na região (TAB. 3.1, cap. 3).

De modo geral, os resultados encontrados confirmam as estatísticas descritivas da TAB. 6.5. Domicílios com maior número de dependentes concentram-se no sistema com especialização em “perenes” ao passo que os domicílios com maior número de adultos concentram-se no sistema “perenes + pasto”. O sistema “pasto + gado”, por seu turno, concentra os domicílios menos numerosos. Os resultados relativos aos sistemas “perenes + pasto” e “pasto + gado” correspondem aos sugeridos pela teoria do ciclo de vida e foram também encontrados por outros autores (Pan & Bilsborrow, 2005; Walker *et al.*, 2002, e Pichón, 1997b). A associação positiva entre número de dependentes e especialização em perenes, no entanto, contradiz a hipótese do ciclo de vida domiciliar de que domicílios com muitos dependentes especializam-se em culturas voltadas para a subsistência. Nosso entrevistado, representante do sistema “perenes”, apresenta uma argumentação sobre essa aparente contradição que nos parece convincente.

O entrevistado explica que, nesses domicílios com grande número de dependentes e poucos adultos, o cacau é plantado aos poucos. À medida que o cultivo começa a dar retorno, de 3 a 4 anos, eles investem esse retorno na expansão de novas áreas de cacau. Assim, ao invés de depender da mão-de-obra familiar, o cacau parece “depende dele

mesmo”. Mesmo sendo uma cultura intensiva em mão-de-obra, e caracterizada pela elevada participação familiar, como sugerido por Campos (2006) e Arero (2004):

*“há exceções... há exceções. Tipo, esses pequenos [domicílios], conheço vários... que tem muitos filhos pequenos que continuam morando na região. Isso dificulta, mas assim... eles vão plantando, ampliando as roças aos poucos, tipo, 1 hectare. Chega ali a plantar o quê? 1000 pés de cacau. E ele vai tendo condições, por mais que a família seja pequena, os filhos são novos ainda, entende? Ele vai ampliando, no caso.*

*Então a própria produção de cacau, no caso aquele pouquinho, já ajuda a financiar novos plantios de cacau, e mais gente para ele contratar para plantar mais cacau... então, o próprio cacau financia os novos cacaus que vão chegando. É como se o cacau inicial servisse como um empréstimo para o cacau que virá no futuro. E assim, num ano são 1000 pés, no outro 2000, 5000 até chegar em 10000 e por aí vai. Não é muito investimento assim... vão fazendo aos poucos.” (Sr. João, agricultor representante do sistema “perenes”)*

O ciclo do lote, por outro lado, mostrou-se significativo para dois entre os três sistemas relevantes (“pasto + anuais”, “perenes + pasto” e “pasto + gado”). Os resultados corroboram a hipótese de que usos comerciais do solo concentram-se em domicílios com maior experiência com as características do lote e da região (Barbieri, Bilsborrow & Pan, 2005). Assim como estimado por outros autores (Walker *et al.*, 2002; Perz, 2001; Marquette, 1998), encontramos que a chance de se especializar em culturas perenes aumenta entre os domicílios com maior tempo de residência no lote. Isso parece estar relacionado com o efeito-demonstração em relação ao sucesso de outros lotes que também foram prosperando ao aumentar as áreas em cacau (VanWey, Guedes & D’Antona, 2008). O Sr. Manoel, entrevistado representante do sistema “perenes + pasto”, reporta, por exemplo, que ao chegar à região, em 1978, sua propriedade só tinha pasto na área aberta. Ao perceber o sucesso dos lotes que plantavam cacau próximo a Medicilândia, ele foi convertendo a parte fértil do seu lote (com terra-roxa) em plantações de cacau:

*“(...) esses que chegaram, esses do Sul [referindo-se aos gaúchos e paranaenses] que chegaram a mais tempo, prosperaram e investiram em perenes. A diferença, a capacidade de maquinário, isso é visível. Lá tem uma faixa próximo a Medicilândia que tem muito sulista. Os nordestinos que chegaram depois foram ficando com os terrenos piores, terra pobre, arenosa. Teve até nordestinos que chegaram cedo, mas os sulistas, muito espertos, viram aqueles lotes melhores, foram fazendo trocas.”*

*“Eu mesmo, que tenho uma faixa de terra-roxa no lote, com o passar do tempo já adotei o cultivo do cacau. Na época que eu mudei eu não tinha cacau. Isso foi... deixa eu lembrar... 1978! Olha, tinha um recorte [referindo-se à divisão entre terra-roxa e terreno arenoso no seu lote].... eu tinha iniciado com a pastagem. Mas com o passar do tempo, quando*

*começaram a brotar o cacau, eu não perdi tempo. A terra que existia de terra boa, “roxa”, como se diz aqui na região, eu coloquei cacau.” (Sr. Manoel, agricultor representante do sistema “perenes + pasto”)*

Analisados em conjunto, os nossos resultados para o ciclo do lote são mais consistentes com a comparação entre os sistemas do que os referentes ao ciclo de vida, confirmando nossa hipótese. O baixo poder explicativo das variáveis de ciclo de vida já havia sido sugerido por Perz, Walker & Caldas (2006) e Walker *et al.* (2002). Sr. Joaquim, entrevistado representante do sistema “pasto + anuais” usa um argumento curioso que vai ao encontro do baixo poder explicativo das variáveis de ciclo de vida na região. Segundo ele, os agricultores com pouca mão-de-obra familiar, e sem recursos para contratar mão-de-obra paga, desenvolveram arranjos informais de ajuda mútua, a “troca de dias”. Essa troca de dias de trabalho parece desempenhar um papel importante na organização inicial do lote:

*“Olha, aqui na região, os pequeno, tipo áreas novas (...), sabe? Como são novos no assentamento, pessoas de poder aquisitivo menor... já entra assim porque estão adquirindo terra, já entra com a família ali... agora já tem boa parte que faz a troca de dias, entende? Vai ali com os agricultores, faz a derrubada, o plantio, a colheita...já faz aquele rodízio. Já passa para o próximo lote... faz... é uma transação, sabe? Apesar de não ter o capit... o dinheiro em mãos, mas ali eles trocam entre eles... [troca] de serviço. Vai movimentando...” (Sr. Joaquim, agricultor representante do sistema “pasto + anuais”)*

São a esses tipos de “arranjos informais” que VanWey, D’Antona & Brondízio (2007) dão o nome de “instituições sociais e quase-econômicas” e que permitem latitude no planejamento dos agricultores, mesmo em condições de restrições impostas por uma estrutura demográfica desfavorável ou por limitações de acesso ao crédito formal.

Em relação às variáveis de interação entre as áreas rurais e urbanas, só encontramos resultado significativo para a emigração recente dos filhos, e somente para a comparação entre os sistemas “pasto + gado” e “perenes”. Assim, domicílios com maior emigração contemporânea dos filhos têm mais chance de se concentrarem no sistema de especialização de “perenes”, conforme sugerido pela TAB. 6.5.

Wouterse & Taylor (2008) sugerem que a emigração de filhos das áreas rurais não deve ser analisada apenas como um efeito de mudança na estrutura demográfica do domicílio original, conforme sugerido pela teoria tradicional de ciclo de vida (McCracken *et al.*, 1999; Ellis, 1993). Segundo os autores, a emigração dos filhos representa um cenário mais

complexo de estratégia de sobrevivência de agricultores rurais de modo a criar instituições informais de crédito. Portanto, a “perda de mão-de-obra” deve ser analisada conjuntamente ao “ganho” na diversificação do portfólio de sobrevivência familiar rural (Sherbinin *et al.*, 2008; Stark, 1991).

Nessa linha de raciocínio, VanWey, Guedes & D’Antona (2009) e Mendola (2008) argumentam que a emigração dos membros do domicílio possibilita às famílias “exportar” trabalho na presença de limitação do fator terra, e “importar” recursos por meio de remessas dos filhos ao lote. Nossos resultados apresentam algum suporte a esse argumento. As remessas de recursos dos filhos que emigraram para o lote favorecem a especialização em perenes ao invés da especialização em pasto, embora o resultado não tenha sido estatisticamente significativo. E é entre os lotes do sistema “perenes”, o de menor área total média, que se concentram a maior quantidade de filhos emigrantes.

Ao ser questionado sobre em qual dos tipos de lote é mais comum a remessa de dinheiro dos filhos, o nosso entrevistado representante do sistema “gado + pasto” foi claro em responder que isso é mais comum nos lotes que cultivam cacau. Ele, que cria gado, ao contrário, envia dinheiro para os filhos que mudaram para a cidade em busca de estudos:

*“A maioria é dos filhos dos produtores de cacau [referindo-se ao tipo de agricultor que é mais ajudado pelos filhos que moram fora]. No caso dos filhos dos pecuaristas, eles estão estudando na cidade e os pais é que ajudam, sabe? Então é dinheiro saindo, ao invés de entrar...”*

*“Tem vários exemplos, eu já visitei alguns... de filhos que moram em Medicilândia, tem o seu emprego, e boa parte do que ganha é investido no lote... em novas plantas, em ampliar o tamanho da área da lavoura e na manutenção, porque tem um gasto na formação dessa nova lavoura. Mas cacau tem retorno, né?” (Sr. José, agricultor representante do sistema “pasto + gado”)*

Assim, ao invés de ser simplesmente uma fase no ciclo de vida, representada pela mudança na disponibilidade de trabalho, a emigração dos filhos parece representar uma fonte informal de renda para superar falhas de mercado ou para mitigar riscos associados à prática de culturas capital-intensivas e de alto valor comercial, como o cultivo de perenes (VanWey, Guedes & D’Antona, 2009; Arero, 2004).

Em relação à participação em cooperativas e associações agrícolas, somente obtivemos resultado significativo em relação ao aumento de chances de se especializar em perenes do que em pasto. O próprio relato do Sr. José sugere que o alto retorno obtido pelo cacau

aumenta o interesse por novos investimentos, que está relacionado à busca de informações proporcionadas pelas associações agrícolas. Ademais, a participação em cooperativas de produtores locais facilita a negociação durante a venda da produção (Abruzzese, Stoian & Somarriba, 2005; Arero, 2004).

Dentre as variáveis indicadoras de integração com o mercado, a distância ao centro urbano de Altamira foi a mais significativa entre os sistemas, refletindo o aumento das chances de se especializar em gado nas proximidades de Altamira e em perenes nas proximidades de Medicilândia. Esse resultado corrobora os modelos espaciais de uso do solo, os quais argumentam que a distância aos centros de venda da produção opera como um elemento influente na escolha da forma particular de uso do solo na medida em que os domicílios tornam-se mais orientados para o mercado (Walker, 2004).

Apesar de VanWey, Guedes & D'Antona (2008) sugerirem que as condições de acesso são um dos determinantes do uso do solo entre pequenos agricultores da Amazônia, não obtivemos resultado significativo em nossa análise. Outros autores já haviam reportado a não-significância dos indicadores de acessibilidade em relação a mudança na cobertura do solo (Mena *et al.*, 2006; Pan *et al.*, 2004), a despeito das precárias condições de acesso, características da região da Rodovia Transamazônica (Moran *et al.*, 2006). Sr. José, nosso entrevistado e que é pecuarista, fornece um argumento interessante para o aparente contra-senso. Segundo ele, com o passar do tempo vários agricultores ou compradores adquiriram pequenos caminhões capazes de chegar ao lote para buscar a produção, mesmo nos travessões mais distantes:

*“Olha, com o passar do tempo... passar dos anos... é... continua as dificuldades [de acesso] aqui na região... mas já amenizou muito porque muitos conseguiram adquirir carros, pequenos caminhões... que tem como entrar nesses travessões. São açogueiros lá de Medicilân... lá de Brasil novo e Altamira que entram com frequência já pegando a produção... no caso, o gado já para o abate. Isso é constantemente lá.”*  
(Sr. José, agricultor representante do sistema “pasto + gado”)

Dentre as variáveis de controle, a renda, a utilização da mão-de-obra paga e a proporção do lote em terra-roxa confirmam os resultados previstos pelo modelo teórico (TAB. 2.1). Dados os altos preços do cacau na região, os domicílios especializados nesse tipo de uso do solo tendem a apresentar a maior renda média dentre todos os outros sistemas. Ao mesmo tempo, devido à característica dos sistemas de cultivo de perene, de caráter predominantemente familiar, o uso de mão-de-obra paga está mais associado aos sistemas

em que o pasto predomina. A terra-roxa, por seu turno, ideal para o cultivo do cacau, tende a aumentar as chances de especialização em perenes e a reduzir as chances de se especializar em sistemas com predomínio de pasto.

Por fim, se compararmos os modelos de forma aditiva (ou seja, o modelo A em relação ao B, C e D) em cada um dos sistemas de uso do solo, percebemos que as variáveis de ciclo de vida e do lote perdem poder explicativo em relação aos fatores exógenos ao domicílio, conforme previsto pelo nosso modelo teórico. Assim como nos modelos estatísticos de desmatamento, as influências regionais e as características biofísicas do lote prevalecem sobre a estrutura demográfica e o tempo de residência para explicar as estratégias de uso do solo na região.

**Tabela 6.7 - Modelos de regressão multivariada dos sistemas de uso do solo em 2005 – Área de Estudo de Altamira (regressão multinomial logística)**

(continua)

Variável independente	Pasto + Anuais				Perenes + Pasto			
	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>								
Idade do chefe do domicílio (1997/98)	0.047 [2.17]*	0.030 [1.36]	0.015 [0.64]	0.016 [0.56]	0.025 [1.88]+	0.028 [1.88]+	0.027 [1.72]+	0.023 [1.28]
Número (#) de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio (1997/98)	-0.505 [2.80]**	-0.466 [2.41]*	-0.491 [2.34]*	-0.503 [2.07]*	-0.110 [0.76]	-0.180 [1.17]	-0.153 [0.96]	-0.142 [0.83]
# de adultos (12-59) no domicílio (1997/98)	0.263 [2.50]*	0.287 [2.32]*	0.237 [1.91]+	0.247 [1.41]	0.134 [1.39]	0.201 [1.89]+	0.180 [1.60]	0.213 [1.68]+
<b>Ciclo do lote</b>								
# de anos residindo no lote entrevistado (1997/98)	-0.073 [2.42]*	-0.077 [2.28]*	-0.091 [2.51]*	-0.086 [2.22]*	-0.069 [2.95]**	-0.057 [2.26]*	-0.058 [2.07]*	-0.037 [1.26]
<b>Interação rural-urbano</b>								
Pelo menos 1 filho deixou o domicílio entre 97/98 e 2004? (1 = sim / 0 = não)		-0.288 [0.56]	-0.336 [0.60]	-0.432 [0.71]		-0.398 [1.03]	-0.419 [1.07]	-0.315 [0.72]
Pelo menos 1 filho enviou dinheiro para o domicílio em 2004? (1/0)		-0.029 [0.04]	0.146 [0.20]	0.365 [0.42]		0.015 [0.03]	-0.006 [0.01]	0.047 [0.08]
<b>Rede social</b>								
O domicílio pertence a alguma associação ou cooperativa agrícola? (1997/98) (1/0)		0.583 [0.83]	0.043 [0.06]	-0.568 [0.68]		-0.755 [1.82]+	-0.714 [1.62]	-0.568 [1.08]
<b>Integração aos mercados</b>								
Boa acessibilidade durante a estação chuvosa? (1/0)			-0.449 [0.84]	-0.462 [0.78]			0.467 [1.08]	0.600 [1.33]
Proporção da produção agrícola do lote vendida (1997/98) (%)			-0.017 [2.19]*	-0.012 [1.45]			-0.012 [2.09]*	-0.006 [0.90]
Distância ao centro urbano de Altamira (km)			-0.030 [3.58]**	-0.025 [2.39]*			-0.005 [0.80]	-0.006 [0.97]
<b>Variáveis de controle</b>								
Renda domiciliar mensal total (1997/98) (R\$)				-0.001 [1.75]+				-0.000 [1.06]
Usa ou já usou mão-de-obra paga (permanente ou temporária) no lote? (1997/98) (1/0)				2.418 [2.38]*				0.996 [1.83]+
Área do lote em mata primária (1997/98) (ha)				-0.002 [0.19]				0.021 [1.99]*
Área do lote em pasto (1997/98) (ha)				0.071 [4.11]**				0.025 [1.66]+
Área do lote em culturas perenes (1997/98) (ha)				-0.094 [2.27]*				0.017 [0.82]
Restante da área do lote (1997/98) (ha)				0.003 [0.10]				0.036 [1.84]+
Proporção do lote em terra roxa (1997/98) (ha)				-1.792 [2.76]**				-1.853 [3.59]**
Constante	-2.763 [2.28]*	-2.303 [1.88]+	2.835 [1.61]	-1.667 [0.71]	-0.805 [1.02]	-0.453 [0.49]	0.449 [0.33]	-4.210 [2.17]*
Observações	293	255	255	255	293	255	255	255
Pseudo R <sup>2</sup>	0.0537	0.0780	0.1657	0.3530	0.0537	0.0780	0.1657	0.3530

Nota I: + 10% de significância; \* 5% de significância; \*\* 1% de significância. Estatísticas z, entre colchetes, robustas à heterocedasticidade (estimador White-Huber). Coeficientes não exponenciados.

Equação base: SISTEMA “PERENES”

Nota II: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral:** área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

**Tabela 6.7 - Modelos de regressão multivariada dos sistemas de uso do solo em 2005 – Área de Estudo de Altamira (regressão multinomial logística)**

Variável independente	(fim)							
	Pasto + Gado				Indefinido			
	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>								
Idade do chefe do domicílio (1997/98)	0.004 [0.22]	0.007 [0.37]	-0.006 [0.32]	0.012 [0.38]	0.020 [1.27]	0.017 [0.90]	0.007 [0.35]	0.012 [0.54]
Número (#) de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio (1997/98)	-0.319 [1.94]+	-0.373 [2.13]*	-0.486 [2.34]*	-0.614 [1.99]*	-0.244 [1.52]	-0.181 [1.02]	-0.200 [1.09]	-0.208 [0.99]
# de adultos (12-59) no domicílio (1997/98)	-0.211 [1.74]+	-0.071 [0.53]	-0.018 [0.13]	-0.021 [0.11]	0.004 [0.04]	-0.171 [1.45]	-0.179 [1.48]	-0.251 [1.61]
<b>Ciclo do lote</b>								
# de anos residindo no lote entrevistado (1997/98)	-0.037 [1.47]	-0.038 [1.39]	-0.099 [3.06]**	-0.085 [1.98]*	-0.008 [0.32]	0.001 [0.04]	-0.018 [0.55]	0.011 [0.30]
<b>Interação rural-urbano</b>								
Pelo menos 1 filho deixou o domicílio entre 97/98 e 2004? (1 = sim / 0 = não)		-0.862 [1.97]*	-1.216 [2.40]*	-1.550 [2.25]*		0.458 [0.96]	0.308 [0.62]	0.350 [0.67]
Pelo menos 1 filho enviou dinheiro para o domicílio em 2004? (1/0)		0.005 [0.01]	0.059 [0.10]	-0.032 [0.03]		-0.227 [0.32]	-0.252 [0.38]	0.129 [0.18]
<b>Rede social</b>								
O domicílio pertence a alguma associação ou cooperativa agrícola? (1997/98) (1/0)		0.801 [1.10]	-1.009 [1.31]	-1.604 [1.78]+		-0.014 [0.02]	-0.413 [0.70]	-0.501 [0.73]
<b>Integração aos mercados</b>								
Boa acessibilidade durante a estação chuvosa? (1/0)			0.774 [1.33]	0.814 [1.16]			0.592 [1.08]	0.819 [1.44]
Proporção da produção agrícola do lote vendida (1997/98) (%)			0.003 [0.40]	0.003 [0.26]			-0.012 [1.95]+	-0.002 [0.35]
Distância ao centro urbano de Altamira (km)				-0.053 [6.09]**			-0.021 [3.87]**	-0.012 [1.38]
<b>Variáveis de controle</b>								
Renda domiciliar mensal total (1997/98) (R\$)				-0.001 [1.85]+				-0.001 [1.24]
Usa ou já usou mão-de-obra paga (permanente ou temporária) no lote? (1997/98) (1/0)				1.071 [1.15]				0.753 [1.14]
Área do lote em mata primária (1997/98) (ha)				-0.018 [1.29]				-0.007 [0.60]
Área do lote em pasto (1997/98) (ha)				0.090 [5.01]**				0.051 [3.08]**
Área do lote em culturas perenes (1997/98) (ha)				-0.167 [2.52]*				-0.054 [1.33]
Restante da área do lote (1997/98) (ha)				-0.030 [1.03]				-0.024 [0.97]
Proporção do lote em terra roxa (1997/98) (ha)				-1.989 [2.59]**				-1.464 [2.35]*
Constante	1.352 [1.41]	0.463 [0.37]	6.091 [3.22]**	2.776 [0.98]	-1.118 [1.36]	-0.693 [0.63]	2.398 [1.53]	-0.816 [0.39]
Observações	293	255	255	255	293	255	255	255
Pseudo R <sup>2</sup>	0.0537	0.0780	0.1657	0.3530	0.0537	0.0780	0.1657	0.3530

Nota: + 10% de significância; \* 5% de significância; \*\* 1% de significância. Estatísticas z, entre colchetes, robustas à heterocedasticidade (estimador White-Huber). Coeficientes não exponenciados.

Equação base: SISTEMA “PERENES”

Nota II: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral:** área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

### ***Modelo de ciclo de vida modificado e classes de uso do solo***

Na seção anterior analisamos como e se as dimensões relevantes do nosso modelo modificado do ciclo de vida interferiam na escolha dos sistemas de uso do solo. Nossos modelos empíricos sugerem que especializações em culturas anuais ocorrem mesmo sob restrições de oferta de trabalho familiar (maior número de dependentes e emigração de filhos). Apresentamos indícios de que instituições sociais e quase-econômicas, como as remessas de dinheiro dos filhos e a participação em cooperativas e associações, compensam essas restrições demográficas. Ademais, o tempo de exposição ao lote e a área em terra roxa influenciam as chances de se especializar em perenes. Por fim, percebemos a perda do poder explicativo das variáveis de ciclo de vida e do lote ao incorporarmos os elementos exógenos ao domicílio, conforme sugerido pelos nossos modelos aditivos.

Nesta seção comparamos esses resultados, utilizando, porém, modelos das classes de uso do solo. Nosso objetivo é testar a robustez do modelo de ciclo de vida modificado em relação a diferentes formas de mensurar o uso da terra. Os resultados da TAB. 6.8 correspondem aos coeficientes estimados por meio de um sistema de equações lineares aparentemente não-relacionados das distintas classes de uso medidas em hectares: pasto, perenes, anuais e sucessão secundária. O teste utilizado para identificação de interdependência entre os resíduos das equações (ver capítulo 3) mostrou um resultado significativo a 1% (valor-p = 0,0000), justificando a utilização da técnica de regressão. A matriz da correlação entre os resíduos das regressões encontra-se em anexo (TAB. A.7). Os modelos proporcionais (representando o percentual do lote sob cada uma das classes) encontram-se na TAB. A.8, em anexo.

Assim como na análise dos sistemas de uso do solo, verificamos um aumento na proporção do lote sob perenes (e redução em relação ao pasto) entre domicílios mais jovens (com maior número de dependentes). O aumento no tempo de residência, por seu turno, está significativamente associado com menores áreas em anuais e pasto e maiores áreas em sucessão secundária. O aumento da proporção do lote em sucessão secundária entre domicílios mais antigos pode estar associado com o chamado “cenário do ninho vazio”, em que os filhos emigram em busca de trabalho urbano e áreas previamente cultivadas são gradualmente abandonadas no estágio final do ciclo de vida do domicílio da primeira geração (Perz, Walker & Caldas, 2006; McCracken, 2002).

Ao buscarmos algum padrão de interação entre as variáveis de ciclo de vida e do lote, encontramos efeitos significativos somente para o cultivo de perenes<sup>10</sup>. A TAB. 6.9 sugere que a influência do ciclo de vida sobre o uso comercial do solo decresce na medida em que o tempo de residência aumenta, adicionando alguma evidência em favor de nossa hipótese de que a influência do ciclo do lote sobre a relação entre ciclo de vida e uso da terra é maior para as culturas comerciais. Os coeficientes estimados para cada coorte crescem na medida em que observamos as coortes mais novas, com exceção da variável relativa ao número de adultos. Apesar do efeito esperado, não obtivemos resultados significativos, exceto para o número de dependentes em relação à coorte mais nova. Não sabemos se a não-significância é consistente com a região ou se advém do pequeno número de observações em nossos modelos desagregados. Como advertido no capítulo 3 e sugerido no capítulo 5, esses resultados devem ser analisados com cautela devido ao número de casos em cada regressão. O teste, portanto, é não conclusivo.

As variáveis indicadoras de integração rural-urbana e rede social foram significativas apenas no modelo de perenes, reprisando os resultados encontrados nos modelos de sistema de produção. Em relação às variáveis de integração com o mercado, novamente a distância ao centro urbano de Altamira aparece como a única significante entre as classes. Particularmente interessante é o resultado em relação à sucessão secundária. De acordo com os nossos achados, lotes mais distantes de Altamira são os que apresentam as maiores áreas sob essa classe de uso do solo. Perz & Walker (2002) & Perz (2001) apontam esse resultado como um indicativo de aumento de áreas abandonadas. Um de nossos entrevistados nos lembra que há mais ou menos 10 anos o governo financiou o plantio de café nessa região. Muitos agricultores com lotes de terra arenosa, entre Medicilândia e Uruará (exatamente os lotes mais distantes de nossa amostra) tomaram o empréstimo e abriram os cafezais, que exigem terras menos férteis do que o cacau. Apesar do provimento de crédito, o nosso entrevistado sugere que o governo não deu incentivo para o escoamento da produção, levando muitos agricultores a abandonarem os cafezais, crescendo “capoeira”<sup>11</sup> nessas áreas:

---

<sup>10</sup> Também testamos um modelo agregando as variáveis “perenes” e “pasto” em “culturas comerciais” e as áreas em “anuais” + “sucessão secundária” em “áreas não-comerciais” e re-estimamos o sistema de equações com termos interativos. Não obtivemos, no entanto, resultados significativos para qualquer dos termos de interação. Isso se deve à influência desses termos no modelo de pasto.

<sup>11</sup> O termo “capoeira” é o nome dado na região a áreas antropizadas, previamente desmatadas e abandonadas ou em pousio (Moran, 1993).

*“Teve um período atrás, há uns 10 ou mais anos, uns 10 anos, teve um investimento do governo lá, não no cacau, no cultivo do... do café. Só que isso não prosperou, entende? O governo... não prosperou porque incentivaram o pessoal lá a plantar café. Como o café não exige um solo tão fértil como o cacau, esses pequenos tendo essas terras disponíveis em capoeira, desmataram essa capoeira e adotaram... como tinha essa facilidade do governo e eles não tinham muita opção, acabaram pegando esse dinheiro... esse empréstimo para plantar a lavoura do café. Só que o governo... como que eu falo... não pegou essa produção do café e muito desses pequenos tem até hoje essas lavouras de café e não tem preço. O café tanto em Altamira quanto Medicilândia sempre foi... nunca passou de R\$1,50 o quilo. Como não vende, o café vai encapoeirando [referindo-se ao aumento das áreas em sucessão secundária]” (Sr. Joaquim, entrevistado representante do sistema “pasto + anuais”)*

Esse discurso coincide com os resultados do nosso modelo e com os achados de Perz & Walker (2002) de que a distância ao mercado tem mais influência sobre a área em capoeira abandonada do que sobre a área em pousio. É importante lembrar que a área estudada pelos autores é contígua à nossa (no entorno de Uruará) e ainda mais próxima dos lotes onde estão os antigos plantadores de café de nossa área de estudo.

Os resultados obtidos em relação às variáveis de controle não acrescentaram informação relevante em relação aos sistemas de uso do solo, virtualmente reprisando os achados anteriores, com exceção da não-significância da renda em relação às classes de uso do solo analisadas de forma isolada. Por fim, nossos modelos aditivos confirmam, uma vez mais, a perda da relevância das variáveis de ciclo de vida e do lote para explicar as estratégias de uso do solo quando os fatores exógenos ao domicílio são incluídos.

**Tabela 6.8 – Modelos de regressão múltipla das classes de uso do solo em 2005 – Área de Estudo de Altamira (sistema de regressões lineares aparentemente não-relacionadas – classes em hectares)**

Variável independente	Pasto				Perenes			
	A	B	C	D	A	B	C	D
(continua)								
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>								
Idade do chefe do domicílio (1997/98)	0.274 [0.294]	0.367 [0.336]	0.222 [0.327]	-0.027 [0.122]	-0.007 [0.074]	-0.021 [0.077]	0.029 [0.074]	0.064 [0.039]
Número (#) de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio (1997/98)	-1.339 [1.841]	-0.551 [2.176]	0.554 [2.127]	1.096 [0.786]	-0.620 [0.464]	-0.960 [0.500]+	-0.737 [0.482]	-0.114 [0.252]
# de adultos (12-59) no domicílio (1997/98)	-5.288 [2.907]+	-4.368 [3.274]	-4.770 [3.167]	-2.570 [1.165]*	1.309 [0.733]+	1.496 [0.753]*	1.272 [0.717]+	0.712 [0.374]+
<b>Ciclo do lote</b>								
# de anos residindo no lote entrevistado (1997/98)	-0.169 [0.469]	-0.115 [0.528]	-0.774 [0.530]	-0.500 [0.207]*	0.619 [0.118]**	0.533 [0.121]**	0.553 [0.120]**	0.018 [0.066]
<b>Interação rural-urbano</b>								
Pelo menos 1 filho deixou o domicílio entre 97/98 e 2004? (1 = sim / 0 = não)		-10.075 [8.379]	-10.941 [8.102]	-3.002 [2.973]		2.911 [1.927]	3.419 [1.834]+	0.713 [0.955]
Pelo menos 1 filho enviou dinheiro para o domicílio em 2004? (1/0)		-15.912 [11.629]	-13.492 [11.211]	-3.748 [4.085]		1.687 [2.674]	1.362 [2.538]	1.841 [1.312]
<b>Rede social</b>								
O domicílio pertence a alguma associação ou cooperativa agrícola? (1997/98) (1/0)		22.568 [9.703]*	6.643 [9.996]	-1.896 [3.738]		0.205 [2.231]	2.342 [2.263]	0.742 [1.200]
<b>Integração aos mercados</b>								
Boa acessibilidade durante a estação chuvosa? (1/0)			1.544 [8.634]	0.470 [3.150]			-0.307 [1.955]	-1.201 [1.012]
Proporção da produção agrícola do lote vendida (1997/98) (%)			0.140 [0.111]	-0.025 [0.044]			0.110 [0.025]**	0.020 [0.014]
Distância ao centro urbano de Altamira (km)			-0.000 [0.000]**	-0.000 [0.000]**			0.000 [0.000]**	0.000 [0.000]**
<b>Variáveis de controle</b>								
Renda domiciliar mensal total (1997/98) (R\$)				0.001 [0.002]				0.000 [0.001]
Usa ou já usou mão-de-obra paga (permanente ou temporária) no lote? (1997/98) (1/0)				4.558 [3.523]				-0.022 [1.131]
Área do lote em mata primária (1997/98) (ha)				-0.087 [0.122]				-0.029 [0.039]
Área do lote em pasto (1997/98) (ha)				0.733 [0.125]**				-0.045 [0.040]
Área do lote em culturas perenes (1997/98) (ha)				-0.249 [0.185]				0.851 [0.060]**
Restante da área do lote (1997/98) (ha)				0.715 [0.019]**				0.002 [0.006]
Proporção do lote em terra roxa (1997/98) (ha)				-0.072 [0.048]				0.080 [0.015]**
Constante	55.740 [16.247]**	36.548 [20.105]+	85.546 [27.065]**	-22.509 [15.106]	2.337 [4.096]	3.337 [4.623]	-17.002 [6.128]**	-4.461 [4.851]
Observações	301	262	262	262	301	262	262	262
R <sup>2</sup> Ajustado	0.0294	0.0591	0.1280	0.8850	0.1064	0.1040	0.1949	0.7865

+ 10% de significância; \* 5% de significância; \*\* 1% de significância.

Erros-padrão, entre colchetes, robustos à heterocedasticidade (estimador White-Huber).

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela 6.8 – Modelos de regressão múltipla das classes de uso do solo em 2005 – Área de Estudo de Altamira (sistema de regressões lineares aparentemente não-relacionadas – classes em hectares)**

Variável independente	(fim)							
	Anuais				Sucessão Secundária			
	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>								
Idade do chefe do domicílio (1997/98)	0.009	0.013	0.012	0.005	0.041	0.013	0.027	-0.037
	[0.013]	[0.015]	[0.015]	[0.015]	[0.062]	[0.064]	[0.064]	[0.056]
Número (#) de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio (1997/98)	0.204	0.254	0.272	0.271	-0.316	-0.480	-0.591	-0.828
	[0.082]*	[0.097]**	[0.098]**	[0.097]**	[0.390]	[0.413]	[0.415]	[0.363]*
# de adultos (12-59) no domicílio (1997/98)	0.087	0.089	0.093	0.035	1.195	1.525	1.532	1.111
	[0.130]	[0.146]	[0.146]	[0.144]	[0.616]+	[0.622]*	[0.617]*	[0.538]*
<b>Ciclo do lote</b>								
# de anos residindo no lote entrevistado (1997/98)	-0.018	-0.015	-0.025	-0.037	0.198	0.168	0.239	0.269
	[0.021]	[0.024]	[0.024]	[0.026]	[0.099]*	[0.100]+	[0.103]*	[0.095]**
<b>Interação rural-urbano</b>								
Pelo menos 1 filho deixou o domicílio entre 97/98 e 2004? (1 = sim / 0 = não)		-0.084	-0.130	-0.124		0.768	0.959	1.946
		[0.375]	[0.374]	[0.369]		[1.591]	[1.579]	[1.375]
Pelo menos 1 filho enviou dinheiro para o domicílio em 2004? (1/0)		-0.806	-0.792	-0.772		-1.097	-1.313	-1.166
		[0.520]	[0.517]	[0.506]		[2.208]	[2.185]	[1.889]
<b>Rede social</b>								
O domicílio pertence a alguma associação ou cooperativa agrícola? (1997/98) (1/0)		-0.234	-0.409	-0.460		-0.567	1.056	1.056
		[0.434]	[0.461]	[0.463]		[1.842]	[1.948]	[1.728]
<b>Integração aos mercados</b>								
Boa acessibilidade durante a estação chuvosa? (1/0)			0.532	0.545			-1.370	-0.845
			[0.399]	[0.390]			[1.683]	[1.456]
Proporção da produção agrícola do lote vendida (1997/98) (%)			0.002	-0.000			-0.010	-0.007
			[0.005]	[0.005]			[0.022]	[0.020]
Distância ao centro urbano de Altamira (km)			-0.000	-0.000			0.000	0.000
			[0.000]	[0.000]			[0.000]*	[0.000]*
<b>Variáveis de controle</b>								
Renda domiciliar mensal total (1997/98) (R\$)				0.000				-0.001
				[0.000]				[0.001]
Usa ou já usou mão-de-obra paga (permanente ou temporária) no lote? (1997/98) (1/0)				-0.156				-3.794
				[0.437]				[1.629]*
Área do lote em mata primária (1997/98) (ha)				-0.032				-0.380
				[0.015]*				[0.056]**
Área do lote em pasto (1997/98) (ha)				-0.046				-0.432
				[0.016]**				[0.058]**
Área do lote em culturas perenes (1997/98) (ha)				-0.017				-0.446
				[0.023]				[0.086]**
Restante da área do lote (1997/98) (ha)				0.004				0.046
				[0.002]+				[0.009]**
Proporção do lote em terra roxa (1997/98) (ha)				0.001				0.009
				[0.006]				[0.022]
Constante	-0.050	-0.148	-0.105	3.781	4.471	6.208	1.771	39.746
	[0.724]	[0.899]	[1.249]	[1.872]*	[3.440]	[3.817]	[5.274]	[6.983]**
Observações	301	262	262	262	301	262	262	262
R <sup>2</sup> Ajustado	0.0434	0.0600	0.0713	0.1169	0.0316	0.0356	0.0584	0.3014

+ 10% de significância; \* 5% de significância; \*\* 1% de significância.

Erros-padrão, entre colchetes, robustos à heterocedasticidade (estimador White-Huber).

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela 6.9 – Coeficientes estimados (mínimos quadrados) dos indicadores do ciclo de vida e do lote sobre a área em perenes (ha.) – Área de Estudo de Altamira, 2005**

Variável independente	Coorte de assentamento				
	Todas	<= 1975	1976-85	1986-90	1991-97
Idade do chefe do domicílio (1997/98)	0,200 [0,078]*	-0,045 [0,096]	0,040 [0,072]	0,062 [0,077]	0,079 [0,085]
Número de adultos (15-59 anos) no domicílio (1997/98)	-1,079 [0,555]+	-0,433 [0,435]	0,178 [0,474]	0,207 [0,491]	-0,661 [0,473]
Número de dependentes (0-14 / 60+ anos) no domicílio	2,847 [0,784]**	-0,029 [0,904]	0,082 [0,661]	0,360 [0,522]	2,519 [0,780]**
Tempo de residência no lote (1997/98)	0,436 [0,282]				
Idade do chefe x tempo de residência	-0,009 [0,005]**				
Número de adultos x tempo de residência	0,051 [0,030]+				
Número de dependentes x tempo de residência	-0,132 [0,045]**				
Observações	255	53	79	40	50
R <sup>2</sup> Ajustado	0,7940	0,9010	0,7549	0,7216	0,7681
Prob (> F)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004

+ 10% de significância; \* 5% de significância; \*\* 1% de significância.

Erros-padrão, entre colchetes, robustos à heterocedasticidade (estimador White-Huber).

Variáveis independentes incluídas: número de filhos emigrantes entre 1997/98 e 2004, número de filhos que enviaram dinheiro para os pais, participação em associações/cooperativas, indicadora de acessibilidade ao mercado, proporção da produção vendida, distância ao mercado urbano mais próximo, % do lote em perenes-pasto-mata-demaís classes, proporção do lote em terra roxa.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

Nota I: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

## 7 CONCLUSÃO

As elevadas taxas de desmatamento na Amazônia têm sido foco de estudo e intensa discussão nos últimos anos devido ao seu potencial impacto sobre o aquecimento global. Um dos principais fatores considerados como indutores do desmatamento na região é a formação de pasto para a pecuária. Embora não seja um consenso, os pequenos agricultores têm sido responsabilizados por parte importante desse desmatamento recente. Alguns autores advogam que as estratégias de sobrevivência e a dinâmica demográfica dos domicílios rurais desses pequenos agricultores são os fatores mais importantes que impactam o uso da terra nas fronteiras agrícolas contemporâneas da Amazônia.

Nesta tese utilizamos como referencial teórico os modelos baseados no ciclo de vida domiciliar para explicar a dinâmica do uso e da cobertura do solo em fronteiras agrícolas. Partimos de um modelo tradicional do ciclo de vida e, com *insights* providos por outras teorias de fronteira (como as teorias da geografia econômica e espacial e as perspectivas dos estágios de fronteira e da economia política), propusemos modificações nesse modelo tradicional. Nosso modelo adaptado questiona a validade do ciclo de vida (aproximado por sua dinâmica da estrutura sexual e etária) em prever as trajetórias de desmatamento e de uso do solo nas fronteiras em estágios avançados de evolução/consolidação.

Nosso ponto central é o de que a consolidação da fronteira (pós-fronteira) é caracterizada por um cenário de intensificação das relações entre as áreas rurais e urbanas e pela crescente influência dos mercados sobre as estratégias de uso do solo. Nesse cenário, a influência do ciclo de vida sobre a mudança no uso da terra (fator endógeno) diminui quanto maior o grau de exposição desses domicílios e seus lotes rurais às influências das forças de mercado (fatores exógenos ao lote rural), resultantes das fases de evolução da fronteira agrícola (dimensão temporal), as quais operam em níveis local, regional e nacional/global (dimensão espacial). Nosso modelo teórico também sugere que a influência do ciclo de vida sobre as estratégias de uso do solo depende do tempo de residência, chamado de *ciclo do lote*, o qual representa o grau de conhecimento dos agricultores em relação ao ambiente biofísico da fronteira.

Outros estudos apontam para a emergência de instituições endógenas à região com a evolução das fronteiras. Essas instituições sociais e quase-econômicas parecem ser uma resposta estratégica dos agricultores aos desafios impostos pelo mercado, pela oferta de trabalho domiciliar, pelas restrições de crédito e pelas características biofísicas do solo. Desse modo, o papel dessas instituições, como as redes sociais (cooperativas agrícolas, redes familiares de ajuda mútua, etc.), é o de prover aos agricultores maior latitude em suas estratégias de sobrevivência.

Baseando-se na inserção desses pequenos agricultores num ambiente de fronteira agrícola definido pela emergência de instituições quase-econômicas e pela fluidez das relações entre as áreas rurais e urbanas, apresentamos três problemas de pesquisa. O primeiro refere-se à capacidade do ciclo de vida de prever as trajetórias e os padrões de desmatamento e uso do solo nessas regiões. Ou seja, seria observável que domicílios jovens desmatariam mais e especializar-se-iam em culturas de subsistência, enquanto domicílios mais velhos especializar-se-iam em culturas comerciais? Nosso segundo sugere que fatores intermediários (operantes no nível regional), como as redes sociais e as formas de interação entre a área rural e urbana, modificam o papel do ciclo de vida sobre o uso da terra em fronteiras consolidadas. Ou seja, o ganho de capital social, representado por essas instituições sociais e quase-econômicas, compensaria as restrições impostas pela oferta de trabalho domiciliar por meio de uma combinação de emigração seletiva de membros do domicílio e re-investimento (via remessas) em culturas de alto valor comercial. Por fim, argumentamos que as influências exógenas ao domicílio e ao lote dos pequenos agricultores (em especial a presença dos mercados de mão-de-obra e de produção) afetam o potencial do ciclo de vida domiciliar em prever as mudanças na paisagem.

Para testar a validade empírica do nosso modelo, utilizamos uma base longitudinal (para os anos de 1997/1998 e 2005) com dados de cobertura e uso da terra e características sociodemográficas para 402 domicílios rurais nas proximidades de Altamira, Pará. Os nossos modelos empíricos combinam informação de pesquisas amostrais e dados classificados de imagens de satélite sobre a cobertura do solo nessa região. Também utilizamos descrições espaciais de uso do solo e entrevistas semi-estruturadas com agricultores da área de estudo com o objetivo de construir sistemas de uso do solo. Assim, nosso modelo teórico foi testado tanto sobre indicadores de cobertura (desmatamento)

quanto de uso do solo (sistemas e classes de uso do solo), com vistas a verificar a robustez dos nossos achados.

A seção a seguir apresenta nossas hipóteses derivadas dos problemas de pesquisa sugeridos e resume os principais achados desta tese. Posteriormente, discutimos as limitações dos nossos resultados e como as evidências aqui apresentadas são relevantes para informar políticas públicas que promovam o uso sustentável da terra ao mesmo tempo em que garantam o bem-estar das populações de fronteira. Por fim, apresentamos pontos potenciais para o futuro da pesquisa entre população e meio-ambiente em fronteiras agrícolas das florestas tropicais.

### **O que dizem os nossos resultados? Hipóteses de trabalho e resumo dos achados principais**

Os modelos tradicionais de ciclo de vida assumem que as fronteiras agrícolas são caracterizadas por grupos de pequenos agricultores relativamente homogêneos e que derivam sua sobrevivência a partir da agricultura de subsistência. Em consequência disso, esses modelos tendem a privilegiar fatores e características imediatas ao domicílio e ao seu lote como determinantes das trajetórias de uso do solo. Mesmo modelos que incorporam o papel dos mercados de mão-de-obra e de produção tendem a assumir implicitamente estratégias homogêneas e lineares entre os domicílios, partindo da autarquia (agricultura de subsistência) em direção à completa especialização para o mercado.

Nossos resultados sugerem um cenário mais complexo, em que as famílias experimentam distintos graus de inserção na economia de mercado, mesmo com características demográficas semelhantes. Essa inserção não-homogênea aos mercados depende de fatores distintos, como as características biofísicas do solo e a capacidade de se beneficiar das redes sociais. Ademais, as antigas coortes são hoje confrontadas com agricultores mais jovens, mais capitalizados e que, em geral, têm maior inserção na economia urbana. O cenário pós-fronteira da área de estudo de Altamira é caracterizado por uma crescente diferenciação socioeconômica dos agricultores, pela crescente articulação entre as áreas rurais e urbanas e pela emergência de mercados regionais e globais para uma diversidade de produtos primários. A região em torno de Medicilândia é particularmente favorecida por alfisolos (terra-roxa), propícios à produção de cacau, de alto valor comercial. Assim, a

demanda crescente por esse tipo de perene tem favorecido especialmente os agricultores com lotes propícios à sua produção e incentivado outros agricultores da região a converter parte de seus lotes em plantações de cacau.

O aumento das conexões com as áreas urbanas tem possibilitado às famílias utilizar a emigração seletiva como um instrumento estratégico de expansão informal do crédito. Contrário à hipótese sugerida pela migração como perda de mão-de-obra familiar, como nos modelos tradicionais de ciclo de vida, nossos achados sugerem que as oportunidades de trabalho não-agrícola servem como mecanismo de transferência de recursos para reinvestimento em culturas de alto valor comercial. De modo geral, portanto, os ciclos de vida e do lote têm limitada capacidade de prever as trajetórias de uso do solo num ambiente complexo, caracterizado pelo pluralismo das estratégias de sobrevivência dos pequenos agricultores e suas famílias e pela predominância de fatores para além dos lotes rurais.

### ***Hipóteses e evidências***

Conforme apresentado na introdução, derivamos seis hipóteses de trabalho relativas aos problemas de pesquisa sugeridos na seção anterior. A seguir apresentamos cada uma das hipóteses seguida dos resultados relativos a ela.

Hipótese I – O ciclo de vida demográfico (composição sexual e etária do domicílio) tem maior influência sobre a cobertura (desmatamento) do que sobre o uso do solo.

Essa hipótese, derivada da nossa revisão da literatura empírica sobre os determinantes da cobertura e do uso do solo na Amazônia (TAB A.1b), teve certo suporte empírico em relação aos resultados de nossos modelos. Enquanto a idade do chefe e o número de adultos no domicílio estão positivamente relacionados tanto à área desmatada (2005) quanto ao aumento da área desmatada (entre 1997/98 e 2005), não obtivemos relações significativas em relação aos sistemas e classes de uso do solo. O único resultado significativo foi a associação positiva entre número de dependentes e a especialização em perenes, que aparentemente contradiz a hipótese de ciclo de vida. Conforme discutido no capítulo 6, esse aparente paradoxo é explicado pela forma de cultivo do cacau na região, intensivo em mão-de-obra e realizado em etapas. Esse modo de cultivo acaba por permitir domicílios jovens, com limitada capacidade de usar mão-de-obra, a desenvolver a lavoura

ao longo do tempo, capitalizando-se sobre a produção de cacau do período anterior e contratando mão-de-obra com a renda obtida pela produção.

Hipótese II – O ciclo do lote (tempo de residência) tem maior influência sobre os sistemas de uso do solo do que sobre o desmatamento.

A relação entre uso do solo e ciclo do lote parece ser mais evidente do que em relação ao desmatamento, de acordo com os nossos resultados. Na verdade, o tempo de residência no lote não foi significativo em nenhum dos modelos finais sobre o desmatamento. Já em relação ao uso do solo, o aumento do tempo de residência eleva as chances de se especializar em cultivo de perenes e reduz significativamente as áreas em anuais e pasto. Em relação às áreas em sucessão secundária, obtivemos uma associação positiva com o tempo de residência, interpretado como áreas abandonadas no estágio final do ciclo de vida<sup>1</sup>. A predominância do efeito do ciclo do lote sobre o uso do solo *vis-à-vis* o desmatamento sugere que a escolha por sistemas mais apropriados de uso da terra depende da experiência adquirida com as características do lote e da região.

Hipótese III – O efeito do ciclo de vida demográfico sobre a cobertura e o uso do solo varia de acordo com a coorte de chegada ao lote.

A hipótese de influência do tempo de residência sobre a relação entre ciclo de vida e uso do solo é sugerida pelo nosso modelo modificado (FIG. 2.1). Essa talvez seja a hipótese com o suporte mais frágil dentre as sete hipóteses de trabalho desta tese. Apesar das evidências descritivas de que a correlação entre indicadores do ciclo de vida e da cobertura/uso do solo decresce em módulo com o aumento do tempo de residência (FIG. 5.3 e FIG. 6.2), não obtivemos resultados significativos para os termos interativos em nenhum dos modelos de regressão. A única exceção foi a significância dos termos em relação ao modelo de perenes (TAB 6.9). Desagregando-se os modelos por coorte de chegada, percebemos um aumento dos coeficientes de número de dependentes e idade do chefe sobre a área cultivada em perenes (menor para a coorte de chegada anterior a 1976 e maior para a coorte de chega mais recente, após 1990). A significância desses termos de interação e o aumento dos coeficientes das variáveis de ciclo de vida somente sobre a área

---

<sup>1</sup> Perz & Walker (2002) chamam esse cenário de “trajetória do ninho vazio”, em que os filhos emigram do domicílio rural paterno. A redução da mão-de-obra e das necessidades de consumo no estágio final do ciclo de vida do domicílio rural de primeira geração leva a um aumento das áreas abandonadas. Daí o nome “ninho vazio”.

em perenes sugerem, assim como a FIG. 6.2, que a essa influência cruzada é maior para as culturas comerciais. Esses resultados, no entanto, devem ser vistos com cautela, uma vez que o excesso de parâmetros em relação ao número de casos em cada regressão pode afetar a consistência e a estabilidade dos parâmetros finais estimados. O teste é, portanto, não conclusivo.

Hipótese IV – A emigração de filhos dos agricultores para a cidade, representando restrição na oferta de trabalho familiar, é mais do que compensada pelas remessas monetárias para o domicílio rural, possibilitando o investimento em culturas comerciais (perene e pasto).

Essa hipótese recebeu suporte de forma complementar entre os modelos de desmatamento e uso do solo. Por exemplo, a emigração dos filhos reduz significativamente a área desmatada, ao passo que a remessa de dinheiro por parte destes tende a aumentá-la (resultado não significativo). Em relação aos modelos de uso do solo, observamos uma associação significativa entre chance de se especializar em perenes e remessas ascendentes. Assim, analisados em conjunto, esses resultados sugerem que a emigração dos filhos<sup>2</sup> reduz o desmatamento por representar restrição na mão-de-obra familiar, ao passo que as remessas desses filhos parecem compensar a perda de trabalho no domicílio ao relaxar suas restrições orçamentárias e permitir que estes invistam em práticas de maior risco e de mais longo prazo, como o cultivo de perenes.

Hipótese V – A participação em associações e cooperativas estimula as culturas comerciais. O efeito sobre o desmatamento é dúbio: positivo se o benefício obtido é revertido em uso extensivo do solo; negativo se utilizado para usos intensivos/recuperação de áreas degradadas ou utilizado para suavizar/aumentar o consumo das famílias.

A hipótese V é parcialmente verificada. Não obtivemos resultado significativo (embora positivo) entre desmatamento e participação em cooperativas/associações agrícolas, embora tenhamos verificado uma relação positiva em relação à chance de se especializar no cultivo de perenes e negativa em relação ao pasto. Esse resultado, no entanto, não foi verificado em relação aos modelos de classes de uso do solo. Os benefícios da participação

---

<sup>2</sup> É importante lembrar que essa emigração, apesar de se referir à mudança de domicílio, muitas vezes continua a significar a permanência da unidade familiar. Por exemplo, muitos filhos migram para a cidade, mas continuam morando em uma residência urbana que pertence aos pais. Assim, apesar do deslocamento no espaço, as decisões continuam tendo o domicílio como unidade privilegiada de decisão (Barbieri, 2007).

em associações e cooperativas são interpretados, na literatura, como o aumento das chances de se obter crédito para financiamento da produção. Se observarmos nossos modelos de desmatamento em que o crédito instrumentalizado foi incluído (TAB. 5.6), percebemos que a relação (negativa) entre uso do crédito e desmatamento é a inversa à prevista por outros estudos. Analisados em conjunto com os indicadores de interação rural-urbana, nossos resultados sugerem que o benefício obtido com as cooperativas é compensado pelas redes familiares de ajuda e pelos créditos contraídos. Por fim, ao contrário do verificado por outros estudos, o crédito em nosso modelo reduz o desmatamento, o que sugere a adoção de práticas mais sustentáveis na presença de recursos para investimento no lote.

Hipótese VI – A integração dos lotes com os mercados (proximidade aos centros urbanos regionais) tem maior influência sobre os sistemas de uso do solo do que sobre o desmatamento.

Essa hipótese deriva do argumento de que os sistemas de uso do solo são mais diretamente influenciados pela natureza e pelo grau de integração com os mercados do que o desmatamento por causa do efeito de confundimento entre área desmatada e utilização da área para fins comerciais<sup>3</sup>. Assim, podem existir dois lotes com elevada proporção da área desmatada, porém com usos completamente distintos. Por exemplo, um lote afastado do centro urbano, abandonado (“encapoeirado”), e outro próximo à cidade, porém utilizado para criação de gado. Do ponto de vista da relação entre distância e desmatamento, esses lotes não se diferenciam, apesar do uso completamente distinto. Apesar desse possível efeito de confusão, nossos resultados refutam a hipótese VI. Para todos os modelos de desmatamento, obtivemos uma relação positiva entre área desmatada e proximidade aos centros urbanos. Em relação aos modelos de uso do solo, só não encontramos uma relação significativa em relação às anuais. A importância da distância ao mercado tanto em relação à mudança na cobertura florestal quanto aos sistemas de uso do solo sugere que o desmatamento na região está associado a práticas voltadas predominantemente para fins comerciais. Esse resultado já havia sido sugerido pela análise descritiva do capítulo 6, em que a área sob culturas anuais de subsistência ocorre em todos os lotes, independentemente do seu estágio de desenvolvimento.

---

<sup>3</sup> Embora variação no tipo e na seqüência no uso do solo mesmo em terras marginais (ou seja, em condições consideradas autárquicas).

Adicionalmente, encontramos evidências de que os indicadores de integração ao mercado são mais influentes do que os indicadores do ciclo de vida e do lote para explicar a mudança na paisagem da região. Se observarmos os modelos de forma aditiva (modelo  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ ) percebemos que o efeito do ciclo de vida e do lote tende a enfraquecer ou perder significância estatística quando controlados os fatores representantes da integração aos mercados e do uso de mão-de-obra paga. Ou seja, controlado pelas características biofísicas do solo, os agricultores agem estrategicamente substituindo mão-de-obra familiar por paga e respondendo aos estímulos do mercado quanto ao que e quanto produzir.

### *Sumário das Hipóteses*

Entre as seis hipóteses que levantamos nesta tese, encontramos respaldo empírico para cinco. As evidências obtidas foram frágeis, e portanto, não conclusivas, apenas para as hipóteses III e VI. De modo geral, nosso modelo teórico sugerido observou as relações esperadas: a) maior influência do ciclo de vida sobre o desmatamento e do ciclo do lote sobre o uso do solo; b) redução da capacidade do ciclo de vida e do lote em prever a mudança na paisagem quando elementos externos ao domicílio são levados em consideração, e c) a complexificação das estratégias de sobrevivência empregada pelos agricultores (emigração dos filhos associada a remessas de recursos para investimento no lote) de modo a relaxar suas restrições orçamentárias e de mão-de-obra.

### **O que nossos resultados não podem dizer? Limitações do estudo**

Apesar de trazerem evidências em favor da predominância do ciclo do lote sobre o ciclo de vida e, por sua vez, dos elementos exógenos ao domicílio sobre ambos os ciclos, nossos modelos empíricos apresentam uma série de limitações. Em primeiro lugar, trabalhamos com amostras bastante reduzidas. Embora isso seja comum nos modelos de cobertura/uso do solo no nível do domicílio (ver TAB. A.1a), é importante que tenhamos em mente as propriedades assintóticas<sup>4</sup> dos estimadores. A tendência verificada na revisão empírica da literatura é o de caminhar para modelagens cada vez mais complexas, a despeito das

---

<sup>4</sup> Segundo Wooldridge (2002), estimadores com propriedades assintóticas são aqueles que se aproximam do verdadeiro valor populacional com o aumento do tamanho amostral (número de observações).

restrições impostas pelo tamanho amostral. Alguns modelos apresentam ganhos quantificáveis com a complexificação da forma de estimação, outros acabam por aumentar a instabilidade estrutural dos modelos finais.

Nesta tese, preferimos manter a estimação tendo como ponto de partida modelos estatísticos mais parcimoniosos<sup>5</sup> e partir para modelagens mais complexas na medida em que futuras amostras estiverem disponíveis, aumentando o número de casos e possibilitando maior confiabilidade nos testes finais. Isso fica mais evidente em relação à impossibilidade, na presente tese, de apropriadamente testarmos a hipótese III (regressões por coorte) devido à instabilidade estrutural dos parâmetros finais estimados.

Em segundo lugar, trabalhamos com uma região da Amazônia que apresenta solos e regime de precipitação favoráveis à agricultura comercial de alto valor agregado (como as perenes). A forte influência dos fatores biofísicos sobre os indicadores de desmatamento e uso do solo em nosso trabalho sugere que mesmo na presença de elementos favoráveis a determinadas práticas agrícolas (oferta de trabalho domiciliar, capital, etc.), as características do solo representam um forte fator limitante. Isso fica mais claro nas relações não-lineares verificadas entre ciclo de vida e do lote sobre os sistemas de uso do solo, fortemente influenciados pela fertilidade da terra.

Por fim, neste trabalho analisamos apenas o lote de residência principal de cada agricultor. Outros autores chamam a atenção para a complexa estratégia adotada pelas famílias em relação ao uso do solo quando possuem mais de um lote rural (Summers, 2008; Browder, Pedlowski & Summers, 2004; D'Antona, VanWey & Hayashi, 2006; Rindfuss *et al.*, 2003). Por exemplo, VanWey, Guedes & D'Antona (2008) estimam que a emigração do dono do lote para outro lote rural (não acompanhado de venda) leva a menos desmatamento e ao aumento da área em perenes nos lotes de destino. Quando a venda é acompanhada de mudança para a área urbana, verifica-se um aumento da área desmatada. Esse resultado sugere que ao contrário do previsto pelas teorias tradicionais do ciclo de vida e do ciclo do colono pioneiro, a migração reflete um processo estratégico e não simplesmente a mudança para terras marginais com vistas a recomençar o processo de ocupação e desmatamento.

---

<sup>5</sup> Nosso modelo modificado (FIG. 2.1), por exemplo, sugere a possibilidade de utilização de modelos multi-nível. Neste trabalho, aproximamos os níveis hierárquicos superiores com indicadores no nível do lote. Reconhecemos que esta é mais uma das limitações impostas aos coeficientes estimados neste trabalho.

Neste cenário, os pequenos agricultores parecem considerar crescentemente as oportunidades geradas pelos trabalhos não-agrícolas e a melhor estratégia de uso do solo ao longo do tempo. Ao mudarem para as regiões de assentamento, os domicílios não possuíam conhecimento suficiente sobre as características da terra (seus potenciais e suas limitações em termos de práticas de uso do solo). Isso fez com que muitos falhassem e deixassem a terra logo nos primeiros anos. Ao longo do tempo, no entanto, com o aprendizado sobre as características da região, as estratégias de uso do solo (incluindo a migração e a venda das propriedades) parecem seguir um rumo distinto da imagem de degradação ambiental inicialmente atribuída aos pequenos agricultores. Nossos resultados, embora sugiram algumas dessas estratégias, são limitados em descrever essas complexas decisões sobre migração, venda, e uso do solo no espaço. Para que o quebra-cabeças seja fechado, é necessário incorporar informações sobre a forma do uso do solo nos lotes de destino (entre os que realizam migração rural-rural) e das estratégias de sobrevivência nas áreas urbanas (entre os que realizam migração rural-urbana). Ademais, a natureza dessas relações em diferentes escalas (temporais e espaciais) que afetem questões relativas a estratégias de sobrevivência, uso do solo e mobilidade populacional devem ser consideradas.

### **Como nossos achados informam orientações de políticas públicas?**

Desde o início dos anos 1970, com o início dos primeiros projetos de colonização dirigida, o cenário foi drasticamente modificado. Famílias de agricultores cultivando basicamente para subsistência sofreram crescentes influências externas advindas do desenvolvimento das redes viárias, da expansão dos centros urbanos regionais e do desenvolvimento dos mercados locais. O cenário atual, 30 a 40 anos após as primeiras iniciativas de colonização, é radicalmente diferente da encontrada no início dos assentamentos. As famílias passaram a responder cada vez mais aos estímulos do mercado, aumentando suas áreas sob usos comerciais do solo. Ao mesmo tempo, desenvolveram estratégias de diversificação de renda entre os setores da economia à medida que encontravam dificuldades em atender suas necessidades de consumo apenas por meio da produção agrícola.

Apesar das críticas e da descrença inicial em relação aos projetos de colonização da Amazônia e das previsões de grandes desastres ecológicos em consequência desses projetos, os pequenos agricultores persistiram em diversas áreas (regiões do Acre,

Rondônia e Pará) com relativo sucesso em suas estratégias de uso do solo<sup>6</sup>. Do ponto de vista micro, muitas dessas fronteiras encontram-se num estágio de consolidação em relação ao sistema de produção dos pequenos agricultores. Se as observarmos agregadamente, no entanto, o desmatamento ainda é um problema não solucionado. Ou seja, regionalmente a sustentabilidade de longo prazo da agricultura em pequena escala nessas áreas é uma questão em aberto.

Nossos resultados sugerem importantes elementos com implicações para intervenções públicas e ou privadas com vistas a reduzir o desmatamento e, ao mesmo tempo, promover o bem-estar dos domicílios rurais de modo a viabilizar o desenvolvimento sustentado. Em primeiro lugar, nossos modelos sugerem um baixo poder preditivo do ciclo de vida sobre a mudança na cobertura e no uso do solo. Isso ocorre em função de fatores exógenos, no nível regional, que possibilitam as famílias relaxarem restrições enfrentadas no nível micro. Uma importante estratégia utilizada pelos domicílios rurais na nossa área de estudo parece ser a emigração de curto prazo dos filhos associada às remessas de dinheiro, que são, por seu turno, investidas no lote, em especial, na expansão de perenes. A utilização do crédito também parece estar associada ao aumento do cultivo de perenes (em especial do cacau) e redução do desmatamento. Ou seja, as evidências aqui apresentadas sobre a relação entre fatores “exógenos” e “endógenos” ao domicílio rural indicam como e em qual extensão os primeiros são afetados pelos ciclos de vida e do lote. Nesse sentido, compreender a dinâmica desses domicílios é fundamental para o desenho de futuras intervenções.

Do ponto de vista ambiental, a plantação de cacau tem uma série de impactos positivos: recuperação da biodiversidade em áreas degradadas e, em estágios avançados, é considerada como um eficiente mecanismo de reflorestamento. Reduzir, portanto, o provimento de crédito para a criação de gado<sup>7</sup> e aumentar o fornecimento de crédito direcionado para a plantação de cacau pode servir como um importante instrumento de recuperação das áreas degradadas nesta região, direcionando as remessas dos filhos para

---

<sup>6</sup> Vosti, Witcover & Carpentier (2002), por exemplo, estimam que exista algo próximo a 750.000 propriedades rurais de 100 hectares ou menos na região Amazônica.

<sup>7</sup> A atividade pecuária sempre foi um importante elemento do portfólio dentro das estratégias de sobrevivência dos domicílios rurais. O gado é importante por uma série de razões: a) funciona como poupança de alta liquidez em ambientes rurais, b) é utilizado como tração animal, e c) serve como colateral na obtenção de crédito agropecuário (Piketty *et al.*, 2005). Assim, não sugerimos o suprimento de crédito para a pecuária, mas o privilégio de empreendimentos pecuários mais intensivos em mão-de-obra e que reaproveitem áreas já desmatadas.

outros fins (como maior investimento em formação de capital humano da segunda geração). Ao mesmo tempo, a especialização em perenes está associada aos domicílios rurais de maior renda. Portanto, o estímulo para a produção de cacau em detrimento da criação de gado, além de ser menos intensiva em terra e produzir outras externalidades positivas do ponto de vista ambiental, parece ser um importante promotor de melhoria das condições de vida. Em suma, nossos resultados sugerem a importância de se corrigir os mercados imperfeitos de crédito e de se estabelecer sistemas de fluxos intergeracionais privados que são mais eficientes do ponto de vista do capital humano.

Em segundo lugar, vimos que os agricultores têm respondido crescentemente aos estímulos advindos do mercado. Com o crescimento da urbanização e a demanda indireta gerada por ela sobre as áreas rurais, esse cenário pode implicar em invasão de áreas marginais, adicionando para a perda da cobertura florestal na região. A resposta estratégica dos domicílios rurais aos estímulos do mercado pode servir como um poderoso instrumento para o sucesso de políticas anticíclicas ao desmatamento. Estimular, portanto, o pagamento de serviços ambientais<sup>8</sup> pode ser um poderoso instrumento para proteção das florestas e recuperação de áreas degradadas via reflorestamento.

Na direção da intervenção anterior, sugerimos a taxaço sobre as áreas desmatadas, elevando o preço do desmatamento *vis-à-vis* formas sustentáveis de uso do solo entre agentes que respondem racionalmente à análise de custo/benefício das suas práticas de uso do solo. A prática de pagamento por serviços ambientais pode parecer uma estratégia politicamente difícil, embora estudos sugiram que os ganhos sociais na escala regional e global podem mais do que compensar o seu custo financeiro (Margulis, 2004; Constanza *et al.*, 1997). Uma outra possibilidade nessa direção é o desenvolvimento de tecnologias agropecuárias acessíveis que reduzam o custo de recuperação de áreas degradadas, evitando a necessidade de novos desmatamentos.

Por fim, nossos achados sugerem que os domicílios rurais adaptam suas estratégias de uso do solo às características biofísicas na medida em que sua experiência com o ambiente de fronteira aumenta. Ademais, o pertencimento a associações/cooperativas agrícolas provê importantes recursos (incluindo recursos não-materiais, como a informação), elevando as chances de adotar cultivos ambientalmente desejáveis. A importância da informação sobre

---

<sup>8</sup> O pagamento em dinheiro por áreas reflorestadas ou por hectare preservado de matas primárias são exemplos de remuneração de serviços ambientais (Sawyer, 2009).

a adoção de estratégias ótimas do uso do solo é advogada por diversos autores (Castro, 2009; Moran *et al.*, 2006). Dessa forma, o aumento das redes de informação e assistência técnica para a melhoria da produtividade e o fornecimento e desenvolvimento de melhores sementes para a plantação de cacau que possam se desenvolver em terrenos menos férteis do que a terra-roxa e sejam mais resistentes à “vassoura-de-bruxa”<sup>9</sup> pode contribuir para uma mais rápida conversão de áreas antes degradadas em plantações de perenes sem a necessidade de avançar nas áreas de floresta primária.

### **O que ainda precisa ser dito? Agenda de pesquisa futura**

Esta tese apresenta resultados que sugerem a limitada relevância dos fatores demográficos no nível local (do domicílio rural) para explicar a mudança no uso e cobertura do solo. Este estudo incorpora várias sugestões e demandas metodológicas da comunidade do *Population-Environment Research Network* (PERN), como a utilização de dados longitudinais (o qual possibilita analisar a relação entre população e uso/cobertura do solo em sua dimensão temporal) e a combinação de dados de pesquisa amostral com os resultantes de classificação de imagens de satélite por sensoriamento remoto. A comparação entre as diferentes fontes de dados sobre uso/cobertura do solo promove uma maior robustez nos modelos estatísticos que associam características demográficas à mudança na paisagem. Por fim, nosso estudo incorpora sugestões de práticas multi-método, combinando dados quantitativos, qualitativos e espaciais, de modo a aumentar a qualidade na caracterização dos sistemas de uso do solo na nossa região de estudo.

Muitos elementos, no entanto, foram prescindidos da análise. Em primeiro lugar, a necessidade de se captar a influência das escalas espaciais meso e macro de forma mais precisa é um ponto a ser desenvolvido no futuro. Aproximamos esses fatores de forma indireta apenas, tomando como unidade privilegiada de análise o domicílio e seu lote. Nesse sentido, nosso estudo não é capaz de descrever fidedignamente a inter-relação entre as diferentes escalas. Esse é um importante ponto para modelagens multiníveis no futuro, associando características dos mercados regionais e das instituições políticas locais aos processos de decisão tomados no nível do domicílio/lote.

---

<sup>9</sup> Praga que ataca o cacau na região de Medicilândia (Mendes, 2007).

Em segundo lugar, a relação endógena entre migração e uso da terra precisa ser explorada de modo a descrever com mais clareza as estratégias de sobrevivência adotadas pelos domicílios rurais. Em relação a esse ponto, um fator fundamental é a diferenciação entre mobilidade de curto prazo e migração (mudança de residência permanente). Essa diferenciação tem importantes consequências tanto para o local de origem (representada pela mudança na densidade demográfica e na sua relação com o uso da terra) quanto no local de destino (impacto sobre o mercado de trabalho urbano e sobre as demandas por serviços nessas áreas).

Em terceiro lugar, este estudo descreve as relações observadas em campo entre características sociodemográficas, biofísicas e as consequentes mudanças no uso do solo na região de Altamira. No entanto, muitas das associações encontradas parecem específicas à nossa área de estudo, como sugerem as impressões dadas pelos agricultores entrevistados sobre diversos pontos relativos às práticas de uso do solo. A comparação futura com as demais áreas de estudo (Santarém-PA e Lucas do Rio Verde/MT) do projeto *Amazonian Deforestation and the Structure of Households* e com outras áreas de estudo, como Machadinho/RO, Uruará/PA e Amazônia Equatoriana, poderá lançar luz sobre o grau de idiosincrasia nos nossos achados. Esse é um ponto importante na busca de regularidades sobre os determinantes do desmatamento e do uso do solo em diferentes fronteiras agrícolas, especialmente no nosso caso, devido à padronização dos instrumentos de coleta de dados para as três áreas de estudo. Isso possibilitará discutir, com maior rigor, o que é ou não comum entre os achados no futuro, adicionando informações empíricas em busca de modelos unificados<sup>10</sup> da mudança no uso da terra em regiões de fronteira agrícola.

---

<sup>10</sup> É importante lembrar que as diferenças contextuais pode comprometer a viabilidade de se chegar em modelos unificados sobre uso da terra em fronteiras agrícolas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRUZZESE, R.; STOIAN, D.; SOMARRIBA, E. Estrategias de vida de productores emprendedores y desarrollo empresarial rural em el Alto Beni, Bolivia. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, n. 43-44, p. 27-31, 2005.

ALDRICH, S. P.; *et al.* Land-cover and land-use change in the Brazilian Amazon: smallholders, ranchers, and frontier stratification. **Economic Geography**, Worcester, v. 82, n. 3, p. 265-288, July, 2006.

ALMEIDA, L. O. de.; CAMPARI, J. S. **Sustainable settlement in the Brazilian Amazon**. Oxford, UK: Oxford University Press, 1995. 300 p.

ALSTON, L. J.; LIBECAP, G. D.; SCHNEIDER, R. **The determinants and impact of property rights: land titles on the Brazilian Frontier**. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1996. (NBER Working Papers, 5405).

ALVAREZ, N. L.; NAUGHTON-TREVES, L. Linking national agrarian policy to deforestation in the Peruvian Amazon: a case study of Tambopata, 1986-1997. **Ambio**, Stockholm, v. 32, n. 4, p. 269-274, June 2003.

ANDERSEN, L. E. *et al.* **The dynamics of deforestation and economic growth in the Brazilian Amazon**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 282p.

ANGELSEN, A. Agricultural expansion and deforestation: modelling the impact of population, market forces and property rights. **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 58, n. 1, p. 185-218, Feb. 1999.

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

ARAÚJO, A. C.; SILVA, L. M. R.; MIDDLEJ, R. R. Valor da produção de cacau e análise dos fatores responsáveis pela sua variação no estado da Bahia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005. 1 CD-ROM.

ARERO, A. B. **A produção de cacau na região da transamazônica: um estudo de caso sob o ponto de vista da agricultura familiar**. 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Economia, Universidade da Amazônia, Belém, 2004.

ARMENTERAS, D.; RUDAS, G.; RODRIGUEZ, N.; SUA, S.; Patterns and causes of deforestation in the Colombian Amazon. **Ecological Indicators**, New York, v. 6, n. 2, p. 353-368, Apr. 2006.

AXINN, W. G.; PEARCE, L. D. **Mixed method data collection strategies**. New York: Cambridge University Press, 2006. 244 p.

- BARBIERI, A. F. Mobilidade populacional, meio ambiente e uso da terra em áreas de fronteira: uma abordagem multiescalar. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 225-246, jul./dez. 2007.
- BARBIERI, A. F.; BILSBORROW, R. E.; PAN, W. K. Farm household lifecycles and land use in the Ecuadorian Amazon. **Population and Environment**, New York, v. 27, n. 1, p. 1-27, Sept.. 2005a.
- BARBIERI, A. F.; SAWYER, D. O.; SOARES FILHO, B. Population and land use effects on malaria prevalence in the Southern Brazilian Amazon. **Human Ecology**, New York, v. 33, n. 6, Dec. 2005b.
- BARBIERI, A. F.; CARR, D. L. Gender-specific out-migration, deforestation and urbanization in the Ecuadorian Amazon. **Global and Planetary Change**, Amsterdam, v. 47, n. 2-4, p. 99-110, July. 2005.
- BARBIERI, A. F.; CARR, D. L.; BILSBORROW, R. E. Migration within the frontier: the second generation colonization in the Ecuadorian Amazon. **Population Research and Policy Review**, Amsterdam, v. 28, n. 3, p. 291-320, June 2009.
- BARLOW, J.; PERES, C. A. Fire-mediated dieback and compositional cascade in an Amazonian forest. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, London, v. 363, n. 1498, p. 1787-1794, May 2008.
- BARNUM, H. N.; SQUIRE, L. **A model of an agricultural household: theory and evidence**. Washington, DC: World Bank, 1979. (World Bank Occasional Paper, 27).
- BEAUMONT, P. M.; WALKER, R. T. Land degradation and property regimes. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 55-66, July 1996.
- BEBBINGTON, A. Capitals and capabilities: a framework for analyzing peasant viability, rural livelihoods and poverty. **World Development**, New York, v. 27, n. 12, p. 2021-2044, Dec. 1999.
- BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, jan./abr. 2005.
- BECKER, B. K. Os eixos de integração e desenvolvimento e a Amazônia. **Revista Território**, rio de Janeiro, v. 4, n. 6, p. 29-42, jan./jun. 1999.
- BECKMANN, M. J. Von Thunen revisited: a neoclassical land use model. **The Swedish Journal of Economics**, v. 74, n. 1, p. 1-7, Mar. 1972.
- BEN-AKIVA, M.; LERMAN, S. R. **Discrete choice analysis: theory and application to travel demand**. Cambridge, MA: MIT Press, 1985. 384p.
- BILSBORROW, R. E. Population pressure and agricultural development in developing countries: a conceptual framework and recent evidence. **World Development**, New York, v. 15, n. 2, p. 183-203, fev. 1987.

BILSBORROW, R. E.; BARBIERI, A. F.; PAN, W. K. Y. Changes in population and land use over time in the Ecuadorian Amazon. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 4, p. 635-647, out./dez. 2004.

BONNAL, P. *et al.* **Os pequenos e médios produtores do município de Silvânia-Estado de Goiás: características gerais e tipologia das explorações.** Planaltina, EMBRAPA/CPAC, 1993.

BOSERUP, E. **The conditions of agricultural growth: the economics of agrarian change under population pressure.** Chicago: Aldine, 1965. 124p.

BOURDIEU, P. The forms of capital. In: RICHARDSON, J. G. (Ed.). **Handbook of theory and research for the sociology of education.** New York: Greenwood, 1985. p. 241-258.

BRANDÃO, A. S. P.; REZENDE, G. C.; MARQUES, R. W. C. Crescimento agrícola no período 1999/2004: a explosão da soja e da pecuária bovina e seu impacto sobre o meio ambiente. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 249-266, abr./jun. 2006.

BRANDTBERG, T. Individual tree-based species classification in high spatial resolution aerial images of forests using fuzzy sets. **Fuzzy Sets and Systems**, Amsterdam, v. 132, n. 3, p. 371-387, Dec.. 2002.

BRAUW, A.; ROZELLE, S. Migration and household investment in rural China. **China Economic Review**, Greenwich, v. 19, n. 2, p. 320-335, jun. 2008. BRAVERMAN, A.; GUASCH, J. L. Rural credit markets and institutions in developing countries: lessons for policy analysis from practice and modern Theory. **World Development**, New York, v. 14, n. 10-11, p. 1253-1267, Oct./Nov. 1986.

BRAVERMAN, A.; GUASCH, J. L. Rural **credit markets and institutions in developing countries: lessons for policy analysis from practice and modern theory.** **World Development**, New York, v. 14, n. 10-11, p. 1253-1267, out/nov. 1986.

BREUSCH, T. S.; PAGAN, A. R. The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. **The Review of Economic Studies**, Oxford, v. 47, n. 1, p. 239-253, Jan. 1980. Econometrics Issue.

BRONDÍZIO, E. S. **The amazonian caboclo and the Açaí palm: orest farmers in the global market.** New York: New York Botanical Garden Press, 2008. 403p. (Advances in Economic Botany Monograph Series, 16).

BRONDIZIO, E. S.; MORAN, E. F. Human dimensions of climate change: the vulnerability of small farmers in the Amazon. **Philosophical Transactions of The Royal Society B**, London, v. 363, n. 1498, p. 1803–1809, May. 2008.

BRONDÍZIO, E. S. *et al.* The colonist footprint: towards a conceptual framework of land use and deforestation trajectories among small farmers in the amazonian frontier. In: WOOD, C. H.; PORRO, R. (Ed.). **Deforestation and land use in the Amazon.** Gainesville, FL: University Press of Florida, 2002. Cap. 5, p. 133-161.

- BROSWIMMER, F. J. **Ecocide: a short history of mass extinction of species**. London: Pluto Press, 2002. 204p.
- BROWDER, J. O. Surviving in Rondônia: the dynamics of colonist farming strategies in Brazil's Northwest frontier. **Studies in Comparative International Development**, New Brunswick, v. 29, n. 3, p. 45-69, Sept. 1994.
- BROWDER, J. O.; GODFREY, B. J. **Rainforest cities: urbanization, development, and globalization of the Brazilian Amazon**. New York: Columbia University Press, 1997. cap. 10, p. 312-347.
- BROWDER, J. O.; PEDLOWSKI, M. A.; SUMMERS, P. M. Land use patterns in the Brazilian Amazon: comparative farm-level evidence from Rondônia. **Human Ecology**, New York, v. 32, n. 2, p. 197-224, Apr. 2004.
- BUNKER S. G. **Underdeveloping the Amazon: extraction, unequal exchange, and the failure of the modern state**. Chicago: University of Chicago Press, 1985. 296p.
- CAETANO, A. J.; MACHADO, C. J. Consistência e identificabilidade no modelo *Grade of Membership*: uma nota metodológica. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 145-149, jan./jun. 2009.
- CALDAS, M. M. *et al.*. Ciclo de vida da família e desmatamento na Amazônia: combinando informações de sensoriamento remoto com dados primários. **Revista Brasileira de Economia**, rio de Janeiro, v. 57, n. 4, p. 683-711, out./dez. 2003.
- CALDAS, M. M. *et al.* Theorizing land cover and land use change: the peasant economy of amazonian deforestation. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 97, n. 1, p. 86-110, Jan./Mar. 2007.
- CAMPOS, M. T. **New footprints in the forest: environmental knowledge, management practices, and social mobilization among colonos from the transamazon region**. 2006. 353 f. Tese (Ph.D. em Antropologia) – Department of Anthropology, Yale University, New Haven, 2006.
- CARR, D. L. Proximate population factors and deforestation in tropical agricultural frontiers. **Population and Environment**, New York, v. 25, n. 6, p. 585-612, July 2004.
- CARR, D. L.; SUTER, L.; BARBIERI, A. F. Population dynamics and tropical deforestation: state of the debate and conceptual challenges. **Population and Environment**, New York, v. 27, n. 1, p. 89-113, Sept. 2005.
- CASTELLANET, C.; SIMÕES, A.; CELESTINO FILHO, P. **Diagnóstico preliminar da agricultura familiar na Transamazônica: pistas para a pesquisa-desenvolvimento**. Altamira: LAET, 1994.
- CASTRO, M. C. Soil quality, agriculture settlement and deforestation in the Brazilian Amazon. In: IUSSP INTERNATIONAL POPULATION CONFERENCE, 26, Marrakesh, 2009. [Proceedings...]. 2009. 1 CD ROM.

CATTANEO, A. Deforestation in the Brazilian Amazon: comparing the impacts of macroeconomic shocks, land tenure, and technological change. **Land Economics**, Madison, v. 77, n. 2, p. 219-240, May. 2001.

CAVIGLIA-HARRIS, J. L.; SILLS, E. O. Land use and income diversification: comparing traditional and colonist populations in the Brazilian Amazon. **Agricultural Economics**, Madison, v. 32, n. 3, p. 221-237, Apr. 2005.

CENTRO AGRO-AMBIENTAL DO TOCANTINS. **Elementos de análise do funcionamento dos estabelecimentos familiares da região de Marabá**. Marabá, 1992. Não publicado.

CHOMITZ, K. M.; THOMAS, T. S. Determinants of Land Use in Amazônia: A Fine-Scale Spatial Analysis. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, Minn., v. 85, n. 4, p. 1016-1028, Nov. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura. COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. **Informe de pesquisa 1997 - 2003**. Belém: 2009. 278 p. Disponível em: <<http://www.ceplacpa.gov.br/site/wp-content/uploads/2009/09/Informe%20Pesquisa%201997%20-%202003.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2009.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (CNM). **Dados gerais**. 2009. Disponível em: <[http://www.cnm.org.br/dado\\_geral/ufmain.asp?iIdUf=100115](http://www.cnm.org.br/dado_geral/ufmain.asp?iIdUf=100115)>. Acesso em: 08 set. 2009.

COOMES, O. T. State credit programs and the peasantry under populist regimes: Lessons from the APRA experience in the Peruvian Amazon. **World Development**, New York, v. 24, n. 8, p. 1333-1346, Aug. 1996.

COSTA, F. A. Políticas públicas e dinâmica agrária na Amazônia: dos incentivos fiscais ao FNO. In: TURA, L.R.; COSTA, F. A. (Ed.). **Campesinato e Estado na Amazônia: impactos do FNO no Pará**. Brasília, DF: Brasília Jurídica ; FASE, 2000.

COSTA, J. M. M. Ocupação, integração e desenvolvimento da Amazônia: 60 anos de ação federal. In: MENDES, A. (Org.). **Amazônia, terra e civilização**. 2. ed. Belém,: Banco da Amazônia, 2002. v. 2, p. 481-523.

COSTANZA R. R. A. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, London, v. 387, n. 6630, p. 253-260, May. 1997.

D'ANTONA, A. O.; CAK, A.; NASCIMENTO, T. T. Integrando desenhos e imagens de satélite no estudo de mudanças no uso e cobertura da terra. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 11, n.1., p. 99-116, jan./jun. 2008.

D'ANTONA, A. O.; CAK, A.; VANWEY, L. K. Collecting Sketch Maps to Understand Property Land Use and Land Cover in Large Surveys. **Field Methods**, v. 20, n. 1, p. 66-84, fev. 2008.

D'ANTONA, A. O.; VANWEY, L. K.; HAYASHI, C. M. Property size and land cover change in the Brazilian Amazon. **Population and Environment**, New York, v. 27, n. 5-6, p. 373-396, May 2006.

DIXSON, J. **Farming systems and poverty: improving farmers' livelihoods in a changing world.** Rome:FAO, 2001.

ELDER, G. H. The life course and human development. In: LERNER, R. M. (Ed.). **Handbook of child psychology.** 5<sup>th</sup>. ed. New York: Wiley, 1998. v.1, p. 939-991.

ELLIS, F. **Peasant Economics: Farm households and agrarian development.** 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 332 p.

ENTWISLE, B. *et al.* Land-use/land-cover and population dynamics, Nang Rong, Thailand. In: LIVERMAN, D. M. (Org.). **People and pixels: linking remote sensing and social science.** Washington, D. C.: National Academies Press, 1998. cap. 6, p. 121-144.

EVANS, T. P.; VANWEY, L. K.; MORAN, E. F. Human-environment research, spatially explicit data analysis, and GIS. In: MORAN, E. F.; OSTROM, E. (Ed.). **Seeing the forest and the trees: human-environment interactions in forest ecosystems.** Cambridge, MA: MIT Press, 2005. p. 161-185.

FALESI, I. **Ecosistema de pastagem cultivada na Amazônia Brasileira.** Belém: EMBRAPA, 1976. (Boletim Técnico, 1).

FAMINOW, M. D. **Cattle, deforestation and development in the Amazon: an economic, agronomic and environmental perspective.** Oxford: Oxford University Press, 1998. 253 p.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 680-688, June, 2005.

FINDLEY, S. Colonist constraints, strategies and mobility: recent trends in Latin American frontier zones. In: OBERAI, A. (Ed.). **Land settlement policies and population redistribution in developing countries.** New York: Praeger, 1988. p. 271-316.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **State of the World's Forests 2009.** Washington, CD: Rome and FAO and World Bank, 2009. 164p. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0350e/i0350e.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2009.

FOWEAKER, J. **The struggle for land: a political economy of the pioneer frontier in Brazil from 1930 to the present day.** Cambridge: Cambridge University Press, 1981.

FOX, J. A.; BROWN, D. L. **The struggle for accountability: The World Bank, NGOs and grassroots movements.** Cambridge, MA: MIT Press, 1988.

FUTEMMA, C.; BRONDÍZIO, E. S. Land reform and land-use changes in the Lower Amazon: implications for agricultural intensification. **Human Ecology**, New York, v. 31, n. 3, p. 369-401, Sept. 2003.

GIANEZINI, M. **Políticas sociais no Médio Norte de Mato Grosso nos anos 90: a experiência do município de Lucas do Rio Verde.** 2003. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais Aplicadas) – Centro de Ciências Humanas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2003.

GODOY, R.; FRANKS, J. R.; CLAUDIO, M. A. **Adoption of modern agricultural technologies by lowland indigenous groups in Bolivia:** The role of households, villages, ethnicity, and markets. **Human Ecology**, New York, v. 26, n. 3, p. 351-369, Sept. 1998.

GREEN, G. M.; SCHWEIK, C. M.; RANDOLPH, J. C. Linking disciplines across space and time: useful concepts and approaches for land-cover change in tropical regions. In: MORAN, E. F.; OSTROM, E. (Ed). **Seeing the forest and the trees:** human-environment interactions in forest ecosystems. Cambridge, MA: MIT Press, 2005. pap. 3, p. 61-80.

GUEDES, G. R.; QUEIROZ, B. L.; VANWEY, L. K. Transferências intergeracionais privadas na Amazônia Rural Brasileira. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 325-357, maio/ago. 2009.

GUEDES, G. R. *et al.* Identificabilidade e estabilidade dos parâmetros no método Grade of Membership (GoM): considerações metodológicas e práticas. **Revista Brasileira de Estudos de População**.

GUEDES, G. R. *et al.* Poverty dynamics and income inequality in the eastern Brazilian Amazon. In: IUSSP INTERNATIONAL POPULATION CONFERENCE, 26, Marrakesh, 2009. [**Proceedings...**]. 2009.1 CD-ROM

HAMMEL, E. A. Chayanov revisited: a model for the economics of complex kin units. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Washington, v. 102, n. 19, p. 7043-7046, May. 2005.

HAUSMAN, J. A. Specification tests in econometrics. **Econometrica**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1251-1271, Nov. 1978.

HELFAND, S. M. The Distribution of Subsidized Agricultural Credit in Brazil: Do Interest Groups Matter? **Development and Change**, The Hague, v. 32, n. 3, p. 465-490, June, 2001.

HENKEL, R. The move to the orient: colonization and environmental impact. In: TEMPE, L.; JERRY, R. (Ed.). **Modern day Bolivia:** legacy of the revolution and prospects for the future. Tempe, Ariz.: Arizona State University, Center for Latin American Studies, 1982.

HETCH, S. B. Environment, development and politics: capital accumulation and the livestock sector in eastern Amazonia. **World Development**, New York, v. 13, n. 6, p. 663-684, June, 1985.

HOSELITZ, B. F. Main concepts in the analysis of the social implications of technical change. In: HOSELITZ, B. F.; MOORE, W. E. (Ed.). **Industrialization and society**. New York: UNESCO, 1963.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. **Applied logistic regression**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley, c2000. 373p.

IBGE. **Censo agropecuário 1995-1996: Pará**. Rio de Janeiro, 1998.

IBGE. **Censo agropecuário 2006: Pará**. Rio de Janeiro, 2006.

IBGE. **Malha municipal**. Rio de Janeiro, 2000.

INITIATIVE FOR INTEGRATION OF REGIONAL INFRASTRUCTURE IN SOUTH AMERICA (IIRSA). **Facilitación del transporte en los pasos de frontera**. 2009. 65p. Disponível em: <[http://www.iirsa.org/BancoConocimiento/P/pfd\\_ftpf\\_facilitacion\\_del\\_transporte\\_en\\_los\\_pasos\\_de\\_frontera/pfd\\_ftpf\\_facilitacion\\_del\\_transporte\\_en\\_los\\_pasos\\_de\\_frontera.asp?CodigoIdioma=ESP](http://www.iirsa.org/BancoConocimiento/P/pfd_ftpf_facilitacion_del_transporte_en_los_pasos_de_frontera/pfd_ftpf_facilitacion_del_transporte_en_los_pasos_de_frontera.asp?CodigoIdioma=ESP)>. Acesso em: 15 dez. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Instrução nº 19, de 5 de maio de 1978**. Brasília, DF, 1978. Disponível em: <[http://www.incra.gov.br/portal/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=72&Itemid=136](http://www.incra.gov.br/portal/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=72&Itemid=136)>. Acesso em: 16 fev. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **monitoramento da cobertura florestal da amazônia por satélites: sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS 2007-2008**. São José dos Campos, 2008. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio\\_Prodes2008.pdf](http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf)>. Acesso em: 16 fev. 2009.

JONES, D. W. *et al.*. Farming in Rondonia. **Resources and Energy Economics**, Amsterdam, v. 17, n. 2, p. 155-188, Aug. 1995.

KATZMAN, M. T. **Cities and frontiers in Brazil**: regional dimensions of economic development. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1977. 320 p.

LAURANCE, W. F. *et al.* Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 29, p. 737-748, July, 2002.

LEAN, J.; ROWNTREE, P. R. A GCM simulation of the impact of Amazonian deforestation on climate using an improved canopy representation. **The Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 119, n. 511, p. 509-530, Apr. 1993.

LEAN, J.; WARRILOW, D. Simulation of the regional climate impact of Amazon deforestation. **Nature**, London v. 342, p. 411-412, Nov. 1989.

LITTLE, P. E. **Amazonia**: territorial struggles on perennial frontiers. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2001. 320p.

LU, D. Integration of vegetation inventory data and Landsat TM Image for vegetation classification in the Western Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 213, n. 1-3, p. 369-383, July 2005.

LU, D.; BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. Integration of Landsat TM and SPOT HRG Images for vegetation change detection in the Brazilian Amazon. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, Falls Church, v. 74, n. 4, p. 421-430, Apr. 2008.

LU, D.; BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. Multitemporal spectral mixture analysis for Amazonian land-cover change detection. **Canadian Journal of Remote Sensing**, Ottawa, v. 30, n. 1, p. 87-100, Feb. 2004.

LU, D.; MORAN, E. F.; BATISTELLA, M. Linear mixture model applied to Amazonian vegetation classification. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 87, n. 4, p. 456-469, Nov. 2003.

LU, D. *et al.*. Application of spectral mixture analysis to Amazonian land-use and land-cover classification. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v. 25, n. 23, p. 5345-5358, Dec. 2004.

LU, D. *et al.*. Classification of successional forest stages in the Brazilian Amazon basin. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 181, n. 3, p. 301-312, Aug. 2003.

LUDEWIGS, T.; BRONDIZIO E. S. The paths of diversification: social learning and livelihood strategies along the aging of a land reform settlement in Acre, Brazil. **Amazônica: Revista de Antropologia**, Belém, v. 1, n. 2, p. 330-367, 2009.

LUDEWIGS, T. *et al.* Agrarian structure and land use change along the lifespan of three colonization areas in the Brazilian Amazon. **World Development**, New York, v. 37, n. 10, p. 1348-1359, Aug. 2009.

MACHADO, C. J. **Perfis de morbi-mortalidade infantil no Estado de São Paulo, 1994:** uma aplicação de grade of membership à análise de causas múltiplas de morte. 1997. 126 f. Dissertação (Mestrado) –Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

MANTON, K. G.; WOODBURY, M. A.; TOLLEY, H. D. **Statistical application using fuzzy sets**. New York: John Wiley & Sons, 1994. 312 p.

MARGULIS, S. **Causes of deforestation of the Brazilian Amazon**. Washington, DC: World Bank, 2004. (Working Paper, 22).

MARGULIS, S. **Quem são os agentes dos desmatamentos na Amazônia e por que eles desmatam?** Washington, DC: World Bank, 2002. Internal discussion paper.

MARQUETTE, C. M. Land Use patterns among small farmer settlers in the Northeastern Ecuadorian Amazon. **Human Ecology**, New York, v. 26, n. 4, p. 573-598, Dec. 1998.

MAUSEL, P. *et al.*. Spectral identification of successional stages following deforestation in the Amazon. **Geocarto International**, Hog Kong, v. 8, n. 4, p. 1-11, 1993.

MCCRACKEN, S. D. *et al.* Remote sensing and GIS at farm property level: demography and deforestation in the Brazilian Amazon. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, Falls Church, v. 65, n. 11, p. 1311-1320, Nov. 1999.

MCCRACKEN, S. *et al.* Land use patterns on an agricultural frontier in Brazil: insights and examples from a demographic perspective. In: WOOD, C. H.; PORRO, R. (Ed.). **Deforestation and land use in the Amazon**. Gainesville, FL: University Press of Florida, 2002. cap. 6, p. 162-192.

MENA, C. F.; BILSBORROW, R. E.; MCCLAIN, M. E. Socioeconomic drivers of deforestation in the Northern Ecuadorian Amazon. **Environmental Management**, New York, v. 37, n. 6, p. 802-815, June 2006.

MENA, C. F. *et al.* Pressure on the Cuyabeno Wildlife Reserve: Development and Land Use/Cover Change in the Northern Ecuadorian Amazon. **World Development**, New York, v. 34, n. 10, p. 1831-1849, Oct. 2006.

MENDES, F. A. T. **A produção de cacau no estado do Pará: um enigma ou realidade não considerada?** Belém: CEPLAC/SUPOR/SEPES, 2007. (Boletim Técnico, 20.2007).

MENDOLA, M. Migration and technological change in rural households: Complements or substitutes? **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 85, n. 1-2, p. 150-175, Feb. 2008.

MERTLER, C. A.; VANNATTA, R. A. **Advanced and multivariate statistical methods: practical applications and interpretation.** Los Angeles: Pycszak Publishing, 2001. 360p.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M. **Qualitative data analysis: an expanded sourcebook.** 2<sup>nd</sup>. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994. 338p.

MONTE-MÓR, R. L. Modernities in the jungle: **extended urbanization in the Brazilian Amazonia.** 2004. 378 f. Tese de Doutorado (Doutorado) - University of California, Los Angeles (UCLA), Los Angeles, 2004.

MORAN, E. F. Adaptation and maladaptation in newly settled areas. In: PARTRIDGE, W. L.; SCHUMANN, D. A. (Org.). **The human ecology of tropical land settlement in Latin America.** Boulder, Colorado: Westview Press, 1989.

MORAN, E. F. Deforestation and land use in the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, New York, v. 21, n. 1, p. 1-21, Mar. 1993.

MORAN, E. F. **Developing the Amazon:** the social and ecological consequences of government-directed colonization along Brazil's Transamazon Highway. Bloomington: Indiana University Press, 1981. 292 p.

MORAN, E. F. Estratégias de sobrevivência: o uso de recursos ao longo da Rodovia Transamazônica. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 7, n. 3, p. 363-379, 1977.

MORAN, E. F. **Human adaptability:** an introduction to ecological anthropology. 3<sup>rd</sup> ed. Boulder, CO: Westview Press, 2008. cap. 1, 2. p. 3-46.

MORAN, E. F. Human Adaptive strategies in Amazonian Blackwater Ecosystems. **American Anthropologist**, Lancaster, v. 93, n. 2, p. 361-382, June 1991.

MORAN, E. F. Pioneer farmers of the Transamazon Highway: adaptation and agricultural production in the lowland tropics. 1975. Tese (Doutorado em Antopologia) – University of Florida, Gainesville, 1975.

MORAN, E. F. *et al.* Human strategies for coping with El Niño related drought in Amazônia. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 77, n. 3/4, p. 343-361, Aug.. 2006.

MORAN, E. F.; BRONDÍZIO, E. S. Land-use change after deforestation in Amazonia. In: LIVERMAN, D. (Ed.). **People and pixels: linking remote sensing and social science.** Washington, DC: National Academy Press, 1998. p. 94-120.

MORAN, E. F.; BRONDIZIO, E. S.; MCCRACKEN, S. Trajectories of land use: soils, succession, and crop choice. In: WOOD, C. H.; PORRO, R. (Ed.) **Deforestation and land use in the Amazon**. Gainesville, FL: University of Florida Press, 2002. p. 193-217.

MORAN, E. F.; BRONDÍZIO, E. S.; VANWEY, L. K. Population and environment in Amazônia: landscape and household dynamics. In: ENTWISLE, B.; STERN, P. C. (Ed.). **Population, land use and the environment: research directions**. Washington, DC: National Academies Press, 2005. 344p.

MORAN, E. F. *et al.* **Amazonian deforestation and the structure of households (Phase III)**. 2007. Grant # 2R56HD035811-08, NIH, IRG: ZRG1. Disponível em: <<http://www.researchgrantdatabase.com/g/2R01HD035811-04/Amazonian-Deforestation-and-the-Structure-of-Households/>>. Acesso em: 08 out. 2008.

MORAN, E. F. *et al.*. Integrating Amazonian vegetation, land-use, and satellite data: attention to differential patterns and rates of secondary succession can inform, future policies. **BioScience**, Washington, v. 44, n. 5, p. 329-338, May 1994.

MULLER, M. M. L. *et al.*. The relationship between pasture degradation and soil properties in the Brazilian Amazon: a case study. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 103, n. 2, p. 279-288, Jul. 2004.

MURPHY, L. L. Colonist farm income, off-farm work, cattle, and differentiation in Ecuador's Northern Amazon. **Human Organization**, Washington, v. 60, n. 1, p. 67-79, Apr./June 2001.

MURPHY, L. L.; BILSBORROW, R. E.; PICHÓN, F. J. Poverty and prosperity among migrant settlers in the Amazon rainforest of Ecuador. **Journal of Development Studies**, London, v. 34, n.2, p. 35-66, Dec. 1997.

NAIR, P. K. H. State-of-the-art agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 5-29, Nov. 1991.

NAUGHTON-TREVES, L. Deforestation and carbon emissions at tropical frontiers: a case study from the Peruvian Amazon. **World Development**, New York, v. 32, n. 1, p. 173-190, Jan. 2004.

NEPSTAD, D. C. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, London, v. 363, n. 1498, p. 1737-1746, May. 2008.

NETTING, R. M. **Smallholders**, Householders: Farm Families and the Ecology of Intensive, Sustainable Agriculture. Palo Alto, CA: Stanford University Press, 1993. 416p.

NUMATA, I. *et al.* Relationships among soil fertility dynamics and remotely sensed measures across pasture chronosequences in Rondônia, Brazil. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 87, n. 4, p. 446-455, Nov. 2003.

ORCHARD, R.; WOODBURY, M. A. A missing information principle: theory and application. In: BERKELEY SYMPOSIUM ON MATHEMATICAL STATISTICS AND PROBABILITY, 6, 1970; 1971. **Proceedings...** Berkeley, CA: University of California Press, 1971. v. 1, p. 697-715.

- PAN, W. K. Y.; BILSBORROW, R. E. The use of a multilevel statistical model to analyze factors influencing land use: a study of the Ecuadorian Amazon. **Global and Planetary Change**, Amsterdam, v. 47, n. 2-4, p. 232-252, Jul. 2005.
- PAN, W. K. Y. *et al.* Farm-level models of spatial patterns of land use and land cover dynamics in the Ecuadorian Amazon. **Agriculture Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 101, n. 2-3, p.117-134, Feb. 2004.
- PAN, W. K. Y. *et al.* Forest clearing in the Ecuadorian Amazon: a study of patterns over space and time. **Population and Research Policy Review**, Amsterdam v. 26, n. 5-6, p. 635–659, Dec. 2007.
- PEARCE, L. D. Integrating survey and ethnographic methods for systematic anomalous case analysis. **Sociological Methodology**, San Francisco, v. 32, n. 1, p. 103-132, 2002.
- PERZ, S. G. Household demographic factors as life cycle determinants of land use in the Amazon. **Population Research and Policy Review**, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 159–186, June 2001.
- PERZ, S. G. Population growth and net migration in the Brazilian Legal Amazon, 1970-1996. In: WOOD, C. H.; PORRO, R. (Ed.). **Deforestation and land use in the Amazon**. Gainesville, FL: University Press of Florida, 2002. cap. 4, p. 107-129.
- PERZ, S. G. Social determinants and land use correlates of agricultural technology adoption in a forest frontier: a case study in the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, New York, v. 31, n. 1, p. 133-165, Mar. 2003.
- PERZ, S. G.; WALKER, R. T. Household life cycles and secondary forest cover among smallholders in the Amazon. **World Development**, Oxford, v. 30, n. 6, p. 1009–1027, June. 2002.
- PERZ, S. G.; WALKER, R. T.; CALDAS, M. M. Beyond population and environment: household demographic life cycles and land use allocation among small farms in the Amazon. **Human Ecology**, New York v. 34, n. 6, p. 829-849, Dec. 2006.
- PERZ, S. *et al.* Road building, land use and climate change: prospects for environmental governance in the Amazon. **Philosophical Transactions of The Royal Society B**, London, v. 363, n. 1498, p. 1889-1895, May. 2008.
- PFAFF, A. *et al.* Road impacts in Brazilian Amazonia. In: KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. (Ed.). **Amazonia and global change**. Washington: American Geophysical Union, 2009. 565 p.
- PFAFF, A. *et al.* Road investments, spatial spillovers, and deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Regional Science**, Amherst, v. 47, n. 1, p. 109-123, Feb. 2007.
- PICHÓN, F. J. Colonist land-allocation decisions, land use, and deforestation in the Ecuadorian Amazon Frontier. **Economic Development and Cultural Change**, Chicago, v. 45, n. 4, p. 707-744, July. 1997b.
- PICHÓN, F. J. Settler households and land-use patterns in the Amazon Frontier: farm-level evidence from Ecuador. **World Development**, Oxford, v. 25, n. 1, p. 67-91, Jan. 1997a.

PICHÓN, F. J. *et al.* Land use, agricultural technology and deforestation among settlers in the Ecuadorean Amazon. In: ANGELSEN, A.; KAIMOWITZ, D. (Ed.). **Agricultural technologies and tropical deforestation**. Wallingford: CABI Publishers, 2001. cap. 9, p. 153-166.

PIKETTY, M. *et al.* Determinantes da expansão da pecuária na Amazônia Oriental: consequências para as políticas públicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 221-234, jan./abr. 2005.

PLANTÃO Medicilândia é o maior produtor de cacau do Brasil. Medicilândia: Prefeitura Municipal, 2009. Disponível em: <<http://www.medicilandia.pa.gov.br/porta11/municipio/noticia.asp?iIdMun=100115071&iIdNoticia=91006>>. Acesso em: 23 set. 2009.

POMPERMAYER, M. J. **The state and the frontier in Brazil: a case study in the Amazon**. 1979. Tese (Doutorado) - Department of Political Science, Stanford University, 1979.

PORTES, A. Social capital: its origins and applications in modern sociology. **Annual Review of Sociology**, Palo Alto, v. 24, n. 1, p. 1-24, 1998.

RINDFUSS, R. R. *et al.* Frontier land use change: synthesis, challenges, and next steps. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 97, n. 4, p. 739-754, Oct./Dec. 2007.

RINDFUSS, R. R. *et al.* Linking household and remotely sensed data: methodological and practical problems. In: FOX, J. *et al.* (Ed.). **People and the environment: approaches for linking household and community surveys to remote sensing and GIS**. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 1-29.

RODRIGUES, R. L. V. **Análise dos fatores determinantes do desflorestamento na Amazônia Legal**. 2004. 253 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

ROSENZWEIG, M. R.; STARK, O. Consumption smoothing, migration, and marriage: evidence from rural India. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 97, n. 4, p. 905-926, Aug. 1989.

ROSS, E. B. The evolution of the Amazon Peasantry. **Journal of Latin American Studies**, Cambridge, v. 10, n. 2, p. 193-218, Nov. 1978.

RUDEL, T. K.; PEREZ-LUGO, M.; ZICHAL, H. When fields revert to forest: development and spontaneous reforestation in post-war Puerto Rico. **The Professional Geographer**, Washington, v. 52, n. 3, p. 386-397, Aug. 2000.

SAUER, C. O. The morphology of landscape. **University of California Publications in Geography**, Berkeley, v. 2, n. 2, p. 19-53, 1925.

SAWYER, D. Fluxos de carbono na Amazônia e no cerrado: um olhar socioecossistêmico. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 149-171, jan./abr. 2009.

- SAWYER, D. Frontier expansion and retraction in Brazil. In: SCHMINK, M.; WOOD, C. (Org.). **Frontier expansion in Amazônia**. Gainesville: University of Florida Press, 1984. p. 180-203.
- SAWYER, D. Urbanização da fronteira agrícola no Brasil. In: LAVINAS, L. (Org.). **A urbanização da fronteira**. Rio de Janeiro: Publipur, 1987. v. 1
- SAWYER, D. O.; LEITE, I. C.; ALEXANDRINO, R. Perfis de utilização de serviços de saúde no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 4, p. 757-776, 2002.
- SCATENA, F. N. *et al.* Cropping and fallowing sequences of small farms in the “terra firme” landscape of the Brazilian Amazon: a case study from Santarem, Para. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 29-40, July 1996.
- SCHMINK, M.; WOOD, C. H. **Contested frontiers in Amazonia**. New York: Columbia University Press, 1992. 387 p.
- SCHNEDLER, W. **Likelihood estimation for censored random vectors**. Heidelberg: Heidelberg University, 2005 .(Discussion Papers, 417). Disponível em: <[http://www.awi.uni-heidelberg.de/with2/Discussion%20papers/papers\\_2003\\_2005/dp417.pdf](http://www.awi.uni-heidelberg.de/with2/Discussion%20papers/papers_2003_2005/dp417.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2009.
- SCHNEIDER, R. R. **Government and the economy on the Amazon Frontier**. Washington, DC: World Bank, 1995. (World Bank Environment Paper, 11).
- SCHULZE, M.; GROGAN, J.; VIDAL, E. Technical challenges to sustainable forest management in concessions on public lands in the Brazilian Amazon. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 26, n. 1, p. 61–76, Jan. 2008.
- SERRÃO, E. A. S; HOMMA, A. K. O. Country profiles: Brazil. In: NATIONAL RESEACH COUNCIL. Committee of the National Research Council . **Sustainable agriculture and the environment in the humid tropics**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993. p. 265-351. Disponível em: <[http://books.nap.edu/openbook.php?record\\_id=1985&page=265](http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=1985&page=265)>. Acesso em: 15 abr. 2009.
- SHERBININ, A. *et al.*. Rural household demographics, livelihoods and the environment. **Global Environmental Change**, Guildford, v. 18, n. 1, p. 38-53, Feb. 2008.
- SIMMONS, C. S. The Amazon land war in the south of Pará. **Annals of the Association of American Geographers**, Wshington, v. 97, n. 3, p. 567-592, Sept. 2007.
- SINGH, I.; SQUIRE, L.; STRAUSS, J. The basic model: theory, empirical results, and policy conclusions. In: SINGH, I.; SQUIRE, L.; STRAUSS, J. (Ed.). **Agricultural household models**. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1986. p. 39-69.
- SKOLE, D. L.. Physical and human dimensions of deforestation in Amazonia. **BioScience**. Global impact of land-cover change, Washington, v. 44, n. 5, , p. 314-322, May 1994.
- SMITH, N. J. H. **Rainforest corridors: the transamazon colonization scheme**. Berkeley: University of California Press, 1982. 248 p.

SOARES-FILHO, B. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarem-Cuiaba corridor. **Global Change Biology**, Oxford, v. 10, n. 5, p. 745-764, Apr. 2004.

STAALAND, H. Time scale for forest regrowth: abandoned grazing and agricultural areas in Southern Norway. **Ambio**, Stockholm v. 27, n. 6, p. 456-460, Sept. 1998.

STARK, O. **The migration of labor**. Cambridge:: Basil Blackwell, 1991. 406 p.

STARK, O.; LUCAS, R. E. B. Migration, remittances, and the family. **Economic Development and Cultural Change**, Chicago, v. 36, n. 3, p. 465-481, 1988.

STOIAN, D. **Variations and dynamics of extractive economies: the rural-urban nexus of non-timber forest use in the Bolivian Amazon**. 2000. 309 f. Tese (Doutorado) - Institute of Forest Policy, Markets and Marketing Section, University of Freiburg, Freiburg, Alemanha, 2000.

SUMMERS, P. M. **The post-frontier: land use and social change in the Brazilian Amazon (1992 – 2002)**. 2008. 249 f. Tese (Doutorado) – Environmental Design and Planning, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 2008.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. **Legislação sobre a criação da Amazônia Legal**. Belém, 2009. Disponível em: <[http://www.ada.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=114&Itemid=83](http://www.ada.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=114&Itemid=83)> Acesso em: 5 mar. 2009.

THAPA, K. K.; BILSBORROW, R. E.; MURPHY, L. Deforestation, land use, and women's agricultural activities in the Ecuadorian Amazon. **World Development**, Oxford, v. 24, n. 8, p. 1317-1332, Aug. 1996.

THORNER, D.; KERBLAY, B.; SMITH, R. E. F. (Ed.). **Chayanov on the theory of the peasant economy**. Homewood, IL: Richard D. Irwin, 1986.

TOMASELLI, I.; SARRE, A. Brazil gets new forest law. **ITTO Tropical Forest Update**, v. 15, n. 4, p. 7, Oct./Dec. 2005.

TUCKER, J. M.; BRONDÍZIO, E. S.; MORAN, E. F. Rates of forest regrowth in Eastern Amazônia: a comparison of Altamira and Bragantina Regions, Pará State, Brazil. **Interciencia**, Caracas, v. 23, n. 2, Mar./Abr. 1998.

TURNER II, B. L. Deforestation in the southern Yucatán peninsular region: an integrative approach. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 154, n. 3, p. 353-370, Dec. 2001.

TURNER, F. J. **The frontier in american history**. New York: Holt, 1920. 348 p. Disponível em: <<http://xroads.virginia.edu/~Hyper/TURNER/>>. Acesso em: 7 fev. 2009.

TURNER, M. D. Conflict, Environmental Change, and Social Institutions in dryland Africa: limitations of the community resource management approach. **Society & Natural Resources**, New York, v. 12, n. 7, p. 643-657, Oct./Nov. 1999.

VANWEY, L. K.; D'ANTONA, A. O.; BRONDÍZIO, E. S. Household demographic change and land use/land cover change in the Brazilian Amazon. **Population and Environment**, New York, v. 28, n. 3, p. 163-185, Jan. 2007.

VANWEY, L. K.; GUEDES, G. R.; D'ANTONA, A. O. Land use change in Altamira settlement area, Pará, Brazil: patterns associated with property owner migration or ownership change. In: THE ANNUAL MEETING OF THE POPULATION ASSOCIATION OF AMERICA,. 2008, Nova Orleans, **Anais**. Silver Spring, MD: PAA, 2008. 24 p.

VANWEY, L. K.; GUEDES, G. R.; D'ANTONA, A. O. Out-migration and household land use change in Altamira, Pará, Brazil. In: IUSSP INTERNATIONAL POPULATION CONFERENCE, 26, Marrakesh, 2009. [**Proceedings...**]. 2009. 1 CD ROM.

VANWEY, L. K.; OSTROM, E.; MERETSKY, V. Theories underlying the study of human environment interactions. In: MORAN, E. F.; OSTROM, E. (Ed.). **Seeing the forest and the trees: human-environment interactions in forest ecosystems**. Cambridge, MA: MIT Press, 2005. p. 23-56.

THUNEN, J. H von. **Isolated state**. New York: Pergamon Press, [1966?]. 304 p.

VOSTI, S. A.; WITCOVER, J.; CARPENTIER, C. L. **Agricultural intensification by smallholders in the Western Brazilian Amazon: from deforestation to sustainable land use**. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2002. (Research Report, 130).

WALKER, R. T. Mapping process to pattern in the landscape change of the Amazonian Frontier. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 93, n. 2, p. 376-398, Apr./Jun. 2003.

WALKER, R. T. The structure of uncultivated wilderness: land use beyond the extensive margin. **Journal of Regional Science**, Amherst, v. 39, n. 2, p. 387-410, May 1999.

WALKER, R. T. Theorizing land-cover and land-use change: the case of tropical deforestation. **International Regional Science Review**, Philadelphia v. 27, n. 3, p. 247-270, Jul. 2004.

WALKER, R. T.; HOMMA, A. K. O. Land use and land cover dynamics in the Brazilian Amazon: an overview. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 67-80, July, 1996.

WALKER, R. T.; MORAN, E. F.; ANSELIN, L. Deforestation and cattle ranching in the Brazilian Amazon: external capital and household processes. **World Development**, Oxford, v. 28, n. 4, p. 683-699, Apr. 2000.

WALKER, R. T. *et al.* Land use and land cover change in forest frontiers: the role of household life cycles. **International Regional Science Review**, Philadelphia, v. 25, n. 2, p. 169-199, Apr. 2002.

WATTS, M. Space for everything (a commentary). **Cultural Anthropology**, Washington, v. 7, n. 1, p. 115-29, Feb. 1992.

WHITE, H. A Heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, Chicago, v. 48, n. 4, p. 817-838, May 1980.

WOOD, C. H. Introduction: land use and deforestation in the Amazon. In: WOOD, C. H.; PORRO, R. (Ed.). **Deforestation and land use in the Amazon**. Gainesville: University Press of Florida, 2002. p. 1-38.

WOOD, C. H. Peasant and capitalist production in the Brazilian Amazon: a conceptual framework for the study of frontier expansion. In: MORAN, E. F. (Ed.). **The dilemma of Amazonian Development**. Boulder: Westview Press, 1983. p. 259-277.

WOODBURY, M. A.; CLIVE, J.; GARSON, A. Jr. Mathematical typology: a grade of membership technique for obtaining disease definition. **Computers and Biomedical Research**, San Diego, v. 11, n. 3, p. 277-298, June 1978.

WOOLCOCK, M. Social capital and economic development: toward a theoretical synthesis and policy framework. **Theory and Society**, Dordrecht, v. 27, n. 2, p. 151-208, Apr.1998.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analyses of cross section and panel data**. Cambridge: MIT Press, 2002.

WORLD BANK. **Brazil: an analysis of environmental problems in the Amazon**. Washington, DC: World Bank, 1992. (Internal Discussion Paper, Latin American and Caribbean Region, Report, 9104-BR).

WOUTERSE, F.; TAYLOR, J. E. Migration and income diversification: evidence from Burkina Faso. **World Development**, Oxford, v. 36 n. 4, p. 625-640, Apr. 2008.

YANG, D.; CHOI, H. Are remittances insurance? Evidence from rainfall shocks in the Philippines. **World Bank Economic Review**, Washington, v. 21, n. 2, p. 219-248, 2007.

ZELLNER, A. An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. **Journal of the American Statistical Association**, New York, v. 57, n. 298, p. 348-368, June 1962.

**ANEXOS**

**Tabela A1.a Listagem dos Estudos Empíricos, Regiões de Estudo, Tamanho Amostral, Técnicas de Análise e Variáveis Dependentes Indicativas do Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Região Geográfica	Estratégia Analítica	Tamanho Amostral (Regressões)	Variável Endógena
Almeida (1992)	Pará (Rodovia Transamazônica)	Regressão Linear	-	Valor do investimento no lote Valor dos bens duráveis Renda agropecuária domiciliar
Jones <i>et al.</i> (1995)	Rondônia	Regressão Linear em 3 Estágios		Desmatamento anual Total desmatado Produção de cacau Produção de café
Almeida & Campari (1995)	Pará (Rodovia Transamazônica)	Regressão Linear	-	Área desmatada desde a chegada Área desmatada em 1991
Alston, Libecap & Schneider (1996)	Amazônia Brasileira [Pará (Altamira, Tucumã, São Felix e Tailândia)]	Regressão Tobit	206	% Área sob culturas ou pasto
Beaumont & Walker (1996)	Amazônia Brasileira, África Rural e Índia Rural	Simulação de algoritmos genéticos	-	Intensificação não-tecnológica do solo (redução da fertilidade)
Thapa, Bilsborrow & Murphy (1996)	Nordeste da Amazônia Equatoriana (Napo e Sucumbios)	Análise de correlação	300	Área desmatada desde a chegada % Área em culturas % Área em pasto
Murphy, Bilsborrow & Pichón (1997)	Nordeste da Amazônia Equatoriana (Napo e Sucumbios)	Regressão Linear	393	Renda domiciliar total Bens possuídos (bens duráveis, imóveis e estoque de animais)

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1a Listagem dos Estudos Empíricos, Regiões de Estudo, Tamanho Amostral, Técnicas de Análise e Variáveis Dependentes Indicativas do Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Região Geográfica	Estratégia Analítica	Tamanho Amostral (Regressões)	Variável Endógena
Pichón (1997b)	Nordeste da Amazônia Equatoriana (Napo e Sucumbios)	Regressão Tobit	419	% Área sob perenes
% Área sob anuais				
% Área sob pasto				
% Área sob mata				
% Área sob perenes				
% Área sob anuais				
		Regressão Linear		% Área sob pasto
				% Área sob mata
Godoy, Franks & Claudio (1998)	Amazônia Boliviana (Beni)	Regressão Probit	142	Probabilidade de usar fertilizantes químicos ou inseticida
Marquette (1998)	Nordeste da Amazônia Equatoriana (Napo e Sucumbios)	Análise de Cluster e de Correlação de Clusters	401	Lotes com áreas com:
baixo desmatamento (LCA)				
desmatamento médio (MCA)				
elevado desmatamento para pasto (HCA-pasture)				
				elevado desmatamento para café (HCA-coffee)
McCracken <i>et al.</i> (1999)	Amazônia Brasileira [Pará (Altamira, Brasil Novo e	Regressão Linear	398	Área de desmatamento anual entre 1988 e 1991
				Área com mata em 1991
Walker, Moran & Anselin (2000)	Amazônia Brasileira [Pará (Santana do Araguaia, Ourilândia do Norte, Altamira, Uruará)]	Regressão Linear em 2 Estágios	132	Área desmatada desde a chegada
				Estoque de gado
Murphy (2001)	Nordeste da Amazônia Equatoriana (Napo e Sucumbios)	Regressão Linear	380	Renda domiciliar agrícola:
				todos os lotes
				lotes $\geq$ 50 hectares
				lotes $<$ 50 hectares
		Regressão Logística Binomial		Envolvimento em trabalho não-agrícola
		Regressão Tobit		Renda da pecuária

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1a Listagem dos Estudos Empíricos, Regiões de Estudo, Tamanho Amostral, Técnicas de Análise e Variáveis Dependentes Indicativas do Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Região Geográfica	Estratégia Analítica	Tamanho Amostral (Regressões)	Variável Endógena
Perz (2001)	Amazônia Brasileira [Pará (Uruará)]	Regressão Linear	347	Ln da área sob:
anuais				
Perz & Walker (2002)	Amazônia Brasileira [Pará (Uruará)]	Regressão Tobit	315	perenes
				pasto
Walker et al. (2002)	Amazônia Brasileira [Pará (Uruará)]	Regressões não-lineares	262	gado
				reflorestamento
				Área sob sucessão secundária:
				em pousio
				abandonada
	Amazônia Brasileira [Pará (Uruará)]	Regressão Logística Multinomial	262	Sistema agrícola especializado em:
				anuais (omitido)
				gado
				perenes
				perenes com gado
Amazônia Brasileira [Pará (Uruará)]	Regressão Logística Binomial	262	anuais com perenes	
			anuais com gado	
			perenes com anuais	
			subsistência (omitido)	
			alto valor	
Caldas <i>et al.</i> (2003)	Amazônia Brasileira [Pará (Uruará)]	Regressão Linear	153	valor médio
				Regressão Espacial Defasada
		Área total desmatada (1)		
		Área total desmatada (2)		
		Área total desmatada (1)		
Área total desmatada (2)				

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1a Listagem dos Estudos Empíricos, Regiões de Estudo, Tamanho Amostral, Técnicas de Análise e Variáveis Dependentes Indicativas do Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Região Geográfica	Estratégia Analítica	Tamanho Amostral (Regressões)	Variável Endógena
Perz (2003)	Amazônia Brasileira [Pará (Uruará)]	Regressão Logística Binomial	234	Adoção de tecnologia agrícola:
			302	serra elétrica (posse)
			305	herbicidas (uso)
			299	inseticidas ou fungicidas (uso)
			299	fertilizantes orgânicos (uso)
Walker (2003)	Amazônia Brasileira (Rondônia, Acre e Pará)	Simulação	-	Área total desmatada
Browder, Pedlowski & Summers (2004)	Amazônia Brasileira [Rondônia (Nova União, Alto Paraíso e Rolim de Moura)]	Análise de Cluster e de Correlação de Clusters (ANOVA e Teste de Tukey)	240	Lotes especialidos em:
				Pasto (T)
				Pasto com Anuais (TM)
				Anuais (A)
Pan <i>et al.</i> (2004)	Nordeste da Amazônia Equatoriana (Napo e Sucumbios)	Regressão Linear Generalizada Mista	129 (1990); 154 (1999)	Perenes (P)
				Indicadores da cobertura:
				Contágio 1990
				Contágio 1999
				Forma da paisagem 1990
				Forma da paisagem 1999
				Densidade da malha 1990
Densidade da malha 1999				
Barbieri, Bilsborrow & Pan (2005)	Nordeste da Amazônia Equatoriana (Napo e Sucumbios)	Estatística similar ao estimador de Kaplan-Meier	246 (dom. nucleares); 383 (dom. endógenos + exógenos)	% Área sob:
				culturas perenes + anuais
				pasto
Caviglia-Harris & Sills (2005)	Amazônia Brasileira [Pará (Tapajós) e Rondônia (Ouro Preto d'Oeste)]	Regressão de Poisson	487	Diversificação total (produtos agrícolas + não-agrícolas)
		Regressão Tobit		Produção de subsistência
				Área total desmatada e queimada em 1996

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1a Listagem dos Estudos Empíricos, Regiões de Estudo, Tamanho Amostral, Técnicas de Análise e Variáveis Dependentes Indicativas do Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Região Geográfica	Estratégia Analítica	Tamanho Amostral (Regressões)	Variável Endógena
Pan & Bilsborrow (2005)	Nordeste da Amazônia Equatoriana (Napo e Sucumbios)	Regressão Hierárquica de Efeitos Fixos	392	% Área da <i>finca</i> sob: mata pasto perenes anuais outros
Aldrich <i>et al.</i> (2006)	Amazônia Brasileira [Pará (Uruará)]	Tabulação cruzada em painel	108	Lotes em: equilíbrio desagregação agregação
Mena <i>et al.</i> (2006)	Amazônia Equatoria do Norte (Reserva de Produção de Vida Selvagem de Cuyabeno)	Regressão de Poisson	415	Área desmatada entre 1997 e 1998
Caldas <i>et al.</i> (2007)	Amazônia Brasileira [Pará (Uruará)]	Regressão Linear;	132	Área desmatada desde a chegada:
		Regressão de Variáveis Instrumentais e	132	regressão linear
		Regressão Espacial	120	variáveis instrumentais regressão espacial
Pan <i>et al.</i> (2007)	Nordeste da Amazônia Equatoriana (Napo e Sucumbios)	Regressão Linear, Regressão Linear de Efeito Aleatório e Regressão Espacial	361	% desmatado entre 1999 e 1990 em relação ao tamanho da <i>finca</i> : regressão linear erro espacial efeitos aleatórios

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1a Listagem dos Estudos Empíricos, Regiões de Estudo, Tamanho Amostral, Técnicas de Análise e Variáveis Dependentes Indicativas do Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(fim)

Fonte	Região Geográfica	Estratégia Analítica	Tamanho Amostral (Regressões)	Variável Endógena
VanWey, D'Antona & Brondízio (2007)	Amazônia Brasileira [Pará (Santarém e Belterra; Altamira, Brasil Novo e Medicilândia)]	Regressão Linear de Efeito Fixo	540	Santarém
				Δ anuais
				Δ pasto
				Δ perenes
				Δ mata (amostral)
			Δ mata (satélite)	
			148	Altamira
				Δ anuais
				Δ pasto
				Δ perenes
Δ mata (satélite)				
Barbieri, Carr & Bilsborrow (2009)	Nordeste da Amazônia Equatoriana (Napo e Sucumbios)	Análise de sobrevivência (multinível longitudinal)	466	Probabilidade de emigrar entre 1990 e 1999: não-emigrar (omitido)
				emigrar
				emigração rural-rural
				emigração rural-urbana
				emigração rural-urbana (omitido)
				emigração rural-rural

**Nota:** Variável endógena refere-se à variável explicada ou regressando.

**Fonte:** Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas							
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote	Relação com o Mercado	
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado
Almeida (1992)	Regressão Linear	Valor do investimento no lote	(-) <sup>ns</sup>						(-) <sup>ns</sup>	
		Valor dos bens duráveis							(+) <sup>**</sup>	
Jones <i>et al.</i> (1995)	Regressão Linear em 3 Estágios	Renda agropecuária domiciliar	(+) <sup>ns</sup>						(+) <sup>ns</sup>	
		Desmatamento anual	(+) <sup>*</sup>							(+) <sup>*</sup>
		Total desmatado							(+) <sup>ns</sup>	
		Produção de cacau								(-) <sup>ns</sup>
Almeida & Campari (1995)	Regressão Linear	Produção de café							(+) <sup>*</sup>	
		Área desmatada desde a chegada	(-) <sup>ns</sup>						(+) <sup>ns</sup>	(+) <sup>*</sup>
		Área desmatada em 1991	(+) <sup>ns</sup>						(+) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>
Alston, Libecap & Schneider (1996)	Regressão Tobit	% Área sob culturas ou pasto	(+) <sup>ns</sup>					(-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>**</sup>	
Beaumont & Walker (1996)	Simulação de algoritmos genéticos	Intensificação não-tecnológica do solo (redução da fertilidade)							(-)	(+)

Nota I: FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

Nota II: \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas									
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote	Relação com o Mercado			
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado	Boa acessibilidade	
Thapa, Bilsborrow & Murphy (1996)	Análise de correlação	Área desmatada desde a chegada							(+)**			
		% Área em culturas							(-)**			
		% Área em pasto							(+)**			
Murphy, Bilsborrow & Pichón (1997)	Regressão Linear	Renda domiciliar total			(+) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>			(+)**		(-)**	
		Bens possuídos (bens duráveis, imóveis e estoque de animais)			(+) <sup>ns</sup>	(+)**			(+)**		(-)**	
Pichón (1997b)	Regressão Tobit	% Área sob perenes		FL(+)**					(+)**	(+) <sup>ns</sup>	(-)**	(-)**
		% Área sob anuais		FL(+)**					(-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	(-)**
		% Área sob pasto		FL(-)**					(+)*	(+)**	(-) <sup>ns</sup>	(-)**
		% Área sob mata		FL(+) <sup>ns</sup>					(-)**	(-)**	(+)**	(+)**
	Regressão Linear	% Área sob perenes		FL(+)**					(+)**	(+) <sup>ns</sup>	(-)**	(-)**
		% Área sob anuais		FL(+)**					(-) <sup>ns</sup>	(-)*	(-) <sup>ns</sup>	(-)**
		% Área sob pasto		FL(+) <sup>ns</sup>					(+)*	(+)**	(-) <sup>ns</sup>	(-)**
		% Área sob mata		FL(-)**					(-)**	(-)**	(+)**	(+)**

Nota I: FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

Nota II: \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Nota III: ALMEIDA, L. O. Deforestation and turnover in Amazon colonization. Washington, CD: World Bank, 1992. (Manuscrito não publicado).

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas								
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote	Relação com o Mercado		
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado	Boa acessibilidade
Godoy, Franks & Claudio (1998)	Regressão Probit	Probabilidade de usar fertilizantes químicos ou inseticida			(+)*					(-)**	
Marquette (1998)	Análise de Cluster e de Correlação de Clusters	Lotes com áreas com: baixo desmatamento (LCA)	HS(-)**; FL(-)**	(+)	(AVG)	(AVG)		(-)	(+)**	(+)**	
		desmatamento médio (MCA)	HS(AVG) <sup>ns</sup> ; FL(+)**	(+)	(+)	(+)		(AVG)	(AVG) <sup>ns</sup>	(-)**	
		elevado desmatamento para pasto (HCA-pasture)	HS(AVG) <sup>ns</sup> ; FL(-)**	(-)	(-)	(AVG)		(+)	(-)**	(-)*	
		elevado desmatamento para café (HCA-coffee)	HS(+)**; FL(+)**	(+)	(AVG)	(-)		(+)	(-)**	(AVG)*	
McCracken <i>et al.</i> (1999)	Regressão Linear	Área de desmatamento anual entre 1988 e 1991						(+)*	(+)*		
		Área com mata em 1991						(-)	(-)		

Nota I: FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

Nota II: \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas									
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote	Relação com o Mercado			
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado	Boa acessibilidade	
Walker <i>et al.</i> (2000)	Regressão Linear em 2 Estágios	Área desmatada desde a chegada	(+) <sup>ns</sup>	FL(+)*							(+)**	
		Estoque de gado									(-)**	
Murphy (2001)	Regressão Linear	Renda domiciliar agrícola:										
		todos os lotes							(-) <sup>ns</sup>		(+)**	
		lotes ≥ 50 hectares							(-) <sup>ns</sup>		(-) <sup>ns</sup>	
		lotes < 50 hectares							(-) <sup>ns</sup>		(+)**	
	Regressão Logística Binomial	Envolvimento em trabalho não-agrícola		FL(+)*							(+)**	
	Regressão Tobit	Renda da pecuária									(+)**	(-)**
Perz (2001)	Regressão Linear	Ln da área sob:										
		anuais	(+) <sup>ns</sup>	FL(+) <sup>ns</sup>				(+) <sup>ns</sup>		(-) <sup>ns</sup>		(-) <sup>ns</sup>
		perenes	(+) <sup>ns</sup>	FL(+)**				(+) <sup>ns</sup>		(+)**		(-)**
		pasto	(-) <sup>ns</sup>	FL(+)**				(-) <sup>ns</sup>		(+)**		(-)**
		gado	(+) <sup>ns</sup>	FL(+)**				(-) <sup>ns</sup>		(+)**		(+)**
		reflorestamento	(+) <sup>ns</sup>	FL(+) <sup>ns</sup>				(-) <sup>ns</sup>		(+)**		(-) <sup>ns</sup>

Nota I: FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

Nota II: \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas								
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote	Relação com o Mercado		
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado	Boa acessibilidade
Perz & Walker (2002)	Regressão Tobit	Área sob sucessão secundária:									
		em pousio		FL(+) <sup>ns</sup>			NE(+) <sup>**</sup> , (+) <sup>**</sup>	CxE(-) <sup>**</sup>	(+) <sup>**</sup>	(+) <sup>ns</sup>	
		abandonada		FL(-) <sup>**</sup>			NE(-) <sup>**</sup> , (+) <sup>**</sup>	CxE(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>	
Walker et al. (2002)	Regressões não-lineares Regressão Logística Multinomial	Sistema agrícola especializado em:									
		anuais (omitido)									
		gado	(+) <sup>ns</sup>		(-) <sup>**</sup>			(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>**</sup>	
		perenes	(-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>			(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>**</sup>	(-) <sup>ns</sup>	
		perenes com gado	(+) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>			(+) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>**</sup>	
		anuais com perenes	(+) <sup>ns</sup>		(+) <sup>**</sup>			(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>**</sup>	(-) <sup>**</sup>	
		anuais com gado	(+) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>			(-) <sup>*</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	
		perenes com anuais	(-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>			(-) <sup>**</sup>	(+) <sup>**</sup>	(-) <sup>**</sup>	
		subsistência (omitido)									
		alto valor	(-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>			(+) <sup>ns</sup>		(-) <sup>**</sup>	
		valor médio	(+) <sup>ns</sup>		(+) <sup>*</sup>			(-) <sup>**</sup>		(-) <sup>**</sup>	
	Regressão Logística Binomial	valor médio (omitido)									
		alto valor	(-) <sup>ns</sup>		(-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>		(-) <sup>*</sup>		

Nota I: FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

Nota II: \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas							
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote	Relação com o Mercado	
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado
Caldas <i>et al.</i> (2003)	Regressão Linear	Área total desmatada (1)	(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>**</sup>				(-) <sup>**</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>**</sup>
		Área total desmatada (2)	(+) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>	NE(+) <sup>ns</sup> , (+) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>	(+) <sup>**</sup>
	Regressão Espacial Defasada	Área total desmatada (1)	(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>**</sup>				(-) <sup>**</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>**</sup>
		Área total desmatada (2)	(-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>**</sup>	(+) <sup>ns</sup>	NE(+) <sup>ns</sup> , (-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>**</sup>
Perz (2003)	Regressão Logística Binomial	Adoção de tecnologia agrícola:								
		serra elétrica (posse)		FL(+) <sup>ns</sup>			NE(-) <sup>ns</sup> , (-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>
		herbicidas (uso)		FL(+) <sup>**</sup>			NE(+) <sup>**</sup> , (-) <sup>ns</sup>		(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>
		inseticidas ou fungicidas (uso)		FL(+) <sup>ns</sup>			NE(+) <sup>ns</sup> , (-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>**</sup>
		fertilizantes orgânicos (uso)		FL(+) <sup>ns</sup>			NE(-) <sup>ns</sup> , (-) <sup>ns</sup>		(-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>**</sup>
		fertilizantes químicos (uso)		FL(+) <sup>ns</sup>			NE(+) <sup>ns</sup> , (-) <sup>ns</sup>		(-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>**</sup>
Walker (2003)	Simulação	Área total desmatada		FL(+)						

Nota I: FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

Nota II: \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas								
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote	Relação com o Mercado		
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado	Boa acessibilidade
Browder, Pedlowski & Summers (2004)	Análise de Cluster e de Correlação de Clusters (ANOVA e Teste de Tukey)	Lotes especialidos em:									
		Pasto (T)		FL(-); HS(+)**				(AVG) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>		
		Pasto com Anuais (TM)		FL(-); HS(+)**				(AVG) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>		
		Anuais (A)		FL(-); HS(AVG) <sup>ns</sup>				(AVG) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>		
Pan <i>et al.</i> (2004)	Regressão Linear Generalizada Mista	Indicadores da cobertura:									
		Contágio 1990	(-)**	(-)*	(+) <sup>ns</sup>	(+)*	(+) <sup>ns</sup>		(-)**	(+)*	(+) <sup>ns</sup>
		Contágio 1999	(-) <sup>ns</sup>	(+)*	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>		(-) <sup>ns</sup>	(-)**	(-) <sup>ns</sup>
		Forma da paisagem 1990	(+)*	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	(-)*	(-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>	(-)**	(-) <sup>ns</sup>
		Forma da paisagem 1999	(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>		(+) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>
		Densidade da malha 1990	(+)*	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>		(+)**	(-)**	(-)**
Barbieri, Bilsborrow & Pan (2005)	Estatística similar ao estimador de Kaplan-Meier	% Área sob:									
		culturas perenes + anuais							(+)		
		pasto							(+)		
		mata							(-)		

Nota I: FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

Nota II: \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas									
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote	Relação com o Mercado			
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado	Boa acessibilidade	
Caviglia-Harris & Sills (2005)	Regressão de Poisson	Diversificação total (produtos agrícolas + não-agrícolas)	(+) <sup>ns</sup>	HS(+) <sup>**</sup> ; FL(+) <sup>ns</sup>					(+) <sup>ns</sup>			
		Produção de subsistência	(+) <sup>**</sup>	HS(+) <sup>ns</sup> ; FL(-) <sup>**</sup>					(+) <sup>ns</sup>			
	Regressão Tobit	Área total desmatada e queimada em 1996	(+) <sup>**</sup>	FL(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>			(+) <sup>ns</sup>			
Pan & Bilsborrow (2005)	Regressão Hierárquica de Efeitos Fixos	% Área da <i>finca</i> sob:										
		mata									(+) <sup>**</sup>	(-) <sup>**</sup>
		pasto									(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>**</sup>
		perenes									(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>
		anuais									(+) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>
outros									(-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>		
Aldrich <i>et al.</i> (2006)	Tabulação cruzada em painel	Lotes em:										
		equilíbrio		(-) <sup>C</sup>	(-) <sup>C</sup>	(-) <sup>C</sup>		NE(+) <sup>C</sup> ; ) <sup>C</sup>	(-)	(+) <sup>C</sup>		
		desagregação		(-) <sup>C</sup>	(-) <sup>C</sup>	(-) <sup>C</sup>		NE(-) <sup>C</sup> ; (+) <sup>C</sup>	(-)	(-) <sup>C</sup>		
agregação		(-) <sup>C</sup>	(-) <sup>C</sup>	(-) <sup>C</sup>		NE(+) <sup>C</sup> ; ) <sup>C</sup>	(-)	(-) <sup>C</sup>				

Nota I: FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

Nota II: \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas									
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote	Relação com o Mercado			
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado	Boa acessibilidade	
Mena <i>et al.</i> (2006)	Regressão de Poisson	Área desmatada entre 1997 e 1998	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>				(+) <sup>**</sup>				(+) <sup>ns</sup>
Caldas <i>et al.</i> (2007)	Regressão Linear; Regressão de Variáveis Instrumentais e Regressão Espacial	Área desmatada desde a chegada:										
		regressão linear	(-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>**</sup>	(+) <sup>ns</sup>	NE(+) <sup>ns</sup> , (-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>		(-) <sup>**</sup>	
		variáveis instrumentais	(-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>**</sup>	(+) <sup>*</sup>	NE(+) <sup>ns</sup> , (-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	(+) <sup>ns</sup>		(-) <sup>**</sup>	
		regressão espacial	(-) <sup>ns</sup>		(+) <sup>**</sup>	(+) <sup>ns</sup>	NE(+) <sup>ns</sup> , (-) <sup>*</sup>	(-) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>		(-) <sup>**</sup>	
Pan <i>et al.</i> (2007)	Regressão Linear, Linear de Efeito Aleatório e Regressão Espacial	% desmatado entre 1999 e 1990 em relação ao tamanho da <i>finca</i> :										
		regressão linear			(+) <sup>C **</sup> , (+) <sup>**</sup>	(+) <sup>C</sup>	NE(+) <sup>**</sup> , (+) <sup>C ns</sup>		(+) <sup>**</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>**</sup>	
		erro espacial			(+) <sup>C **</sup> , (+) <sup>**</sup>	(+) <sup>C</sup>	NE(+) <sup>ns</sup> , (+) <sup>C ns</sup>		(+) <sup>**</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>**</sup>	
		efeitos aleatórios			(+) <sup>C **</sup> , (+) <sup>**</sup>	(+) <sup>C</sup>	NE(+) <sup>ns</sup> , (+) <sup>C ns</sup>		(+) <sup>**</sup>	(+) <sup>ns</sup>	(-) <sup>ns</sup>	

Nota I: FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

Nota II: \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(continua)

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas								
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote	Relação com o Mercado		
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado	Boa acessibilidade
VanWey, D'Antona & Brondízio (2007)	Regressão Linear de Efeito Fixo	Santarém									
		$\Delta$ anuais			$YA(-)^{C ns.}$	$YA(+)^{C **}$					
					$OA(+)^{C ns.}$	$OA(+)^{C ns.}$	$(+)^{C *}$				
				$NE(+)^{C ns.}$	$NE(-)^{C ns.}$						
		$\Delta$ pasto			$YA(+)^{C ns.}$	$YA(-)^{C ns.}$					
					$OA(+)^{C ns.}$	$OA(-)^{C **}$	$(-)^{C *}$				
		$NE(+)^{C ns.}$	$NE(-)^{C ns.}$								
$\Delta$ perenes			$YA(-)^{C ns.}$	$YA(+)^{C ns.}$							
			$OA(-)^{C ns.}$	$OA(+)^{C ns.}$	$(+)^{C ns}$						
		$E(+)^{C ns.}$	$E(+)^{C ns.}$								
$\Delta$ mata (amostral)			$YA(+)^{C ns.}$	$YA(-)^{C ns.}$							
			$OA(+)^{C ns.}$	$OA(+)^{C ns.}$	$(+)^{C *}$						
		$E(+)^{C ns.}$	$E(+)^{C ns.}$								
$\Delta$ mata (satélite)			$YA(-)^{C ns.}$	$YA(+)^{C ns.}$							
			$OA(-)^{C ns.}$	$OA(+)^{C ns.}$	$(-)^{C ns}$						
		$E(+)^{C ns.}$	$E(+)^{C *}$								

Nota I: FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

Nota II: \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas									
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote		Relação com o Mercado		
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado	Boa acessibilidade	
VanWey <i>et al.</i> (2007)	Regressão Linear de Efeito Fixo	Altamira			$YA(-)^{C\ ns.}$	$YA(+)^{C\ ns.}$						
			$OA(+)^{C\ ns.}$	$OA(-)^{C\ ns.}$	$(+)^{C\ ns}$							
		$\Delta$ anuais			$NE(+)^{C\ ns}$	$NE(+)^{C\ ns}$						
				$YA(-)^{C\ ns.}$	$YA(+)^{C\ *}$							
		$\Delta$ pasto			$OA(-)^{C\ ns.}$	$OA(-)^{C\ ns.}$	$(+)^{C\ *}$					
				$NE(+)^{C\ ns}$	$NE(+)^{C\ ns}$							
		$\Delta$ perenes			$YA(+)^{C\ ns.}$	$YA(+)^{C\ ns.}$						
				$OA(-)^{C\ ns.}$	$E(-)^{C\ ns.}$	$OA(-)^{C\ ns.}$	$E(-)^{C\ **}$	$(-)^{C\ **}$				
		$\Delta$ mata (amostral)			$YA(+)^{C\ ns.}$	$YA(-)^{C\ *}$						
				$OA(+)^{C\ ns.}$	$OA(+)^{C\ ns.}$	$(-)^{C\ ns}$						
		$\Delta$ mata (satélite)			$NE(-)^{C\ ns}$	$NE(+)^{C\ ns}$						
				$YA(+)^{C\ ns.}$	$YA(-)^{C\ **}$							
				$OA(+)^{C\ ns.}$	$OA(+)^{C\ ns.}$	$E(-)^{C\ ns.}$	$(-)^{C\ ns}$					
				$E(+)^{C\ ns}$	$E(+)^{C\ **}$							

Nota I: FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

Nota II: \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.1b Relações Empíricas do Ciclo de Vida Domiciliar e do Lote e do Grau de Envolvimento ao Mercado com o Uso, Cobertura e Investimento no Solo em Análises no Nível do Domicílio na Bacia Amazônica**

(fim)

Fonte	Estratégia Analítica	Variável Endógena	Variáveis Exógenas									
			Ciclo de Vida Domiciliar					Ciclo do Lote	Relação com o Mercado			
			Idade do Colono	Tamanho do Domicílio	Número de homens	Número de mulheres	Número de crianças	Razão de dependência	Tempo de residência	Distância ao mercado	Boa acessibilidade	
Barbieri, Carr & Bilsborrow (2009)	Análise de Sobrevivência	Probabilidade de emigrar entre 1990 e 1999:										
		não-emigrar (omitido)										
		emigrar		(+)**				(-)**			(+)**	
		emigração rural-rural		(+)**				(-) <sup>ns</sup>			(+) <sup>ns</sup>	
		emigração rural-urbana		(-) <sup>ns</sup>				(-)**			(+)**	
		emigração rural-urbana (omitido)										
		emigração rural-rural		(+) <sup>ns</sup>				(+) <sup>ns</sup>		(-)**		

**Nota I:** FL = mão-de-obra familiar; T = renda domiciliar total; R = riqueza domiciliar corrente; AVG = número intermediário; HS = tamanho do domicílio; NE = número de idosos; E = presença de idosos; CxE = número de crianças x número de idosos; YA = adultos jovens; OA = adultos mais velhos; C = mudança entre ondas para dados em painel; + = efeito direto ou positivo; - = efeito inverso ou negativo.

**Nota II:** \* = valor-p < 0,10; \*\* = valor-p < 0,05.

Fonte: Elaboração própria com base nas fontes citadas na tabela (coluna 1).

**Tabela A.2 – Distribuições Absoluta e Marginal das Variáveis Utilizadas na Identificação dos Perfis Extremos de Sistemas de Uso do Solo e Delineamento dos Perfis Extremos – Altamira, PA, 2005**

(continua)

Variável	Categoria		Frequência Observada		Probabilidades Estimadas (Lâmbida)			Razão Lâmbida Frequência			
	Rótulo	Código	Rótulo	Absoluta	Marginal	1	2	3	1	2	3
Destino da produção de derivados de animais em 2004	0		Não produz	80	0,2730	0,0000	0,2065	0,5745	0,00	0,76	<b>2,10</b>
	1		Auto-consumo	159	0,5430	0,2987	0,7935	0,4255	0,55	<b>1,46</b>	0,78
	2		Venda	39	0,1330	0,5032	0,0000	0,0000	<b>3,78</b>	0,00	0,00
	3		Auto-consumo/venda	15	0,0510	0,1981	0,0000	0,0000	<b>3,88</b>	0,00	0,00
Destino da produção de café em 2004	0		Não produz	196	0,6690	0,9422	0,4240	0,7931	<b>1,41</b>	0,63	<b>1,19</b>
	1		Auto-consumo	40	0,1370	0,0578	0,2176	0,0866	0,42	<b>1,59</b>	0,63
	2		Venda	31	0,1060	0,0000	0,1578	0,1203	0,00	<b>1,49</b>	1,13
	3		Auto-consumo/venda	26	0,0890	0,0000	0,2006	0,0000	0,00	<b>2,25</b>	0,00
Destino da produção de cacau em 2004	0		Não produz	132	0,4510	0,9510	0,4901	0,0000	<b>2,11</b>	1,09	0,00
	1		Auto-consumo	6	0,0200	0,0490	0,0181	0,0000	<b>2,45</b>	0,91	0,00
	2		Venda	155	0,5290	0,0000	0,4918	1,0000	0,00	0,93	<b>1,89</b>
Destino da produção de pimenta-do-reino em 2004	0		Não produz	228	0,7780	0,9595	0,5314	1,0000	<b>1,23</b>	0,68	<b>1,29</b>
	1		Auto-consumo	3	0,0100	0,0405	0,0000	0,0000	<b>4,05</b>	0,00	0,00
	2		Venda	51	0,1740	0,0000	0,3852	0,0000	0,00	<b>2,21</b>	0,00
	3		Auto-consumo/venda	11	0,0380	0,0000	0,0834	0,0000	0,00	<b>2,19</b>	0,00
Destino da produção de arroz em 2004	0		Não produz	138	0,4710	1,0000	0,0000	1,0000	<b>2,12</b>	0,00	<b>2,12</b>
	1		Auto-consumo	111	0,3790	0,0000	0,6867	0,0000	0,00	<b>1,81</b>	0,00
	2		Venda	9	0,0310	0,0000	0,0672	0,0000	0,00	<b>2,17</b>	0,00
	3		Auto-consumo/venda	35	0,1190	0,0000	0,2461	0,0000	0,00	<b>2,07</b>	0,00
Destino da produção de feijão em 2004	0		Não produz	164	0,5600	1,0000	0,0000	1,0000	<b>1,79</b>	0,00	<b>1,79</b>
	1		Auto-consumo	109	0,3720	0,0000	0,8473	0,0000	0,00	<b>2,28</b>	0,00
	2		Venda	4	0,0140	0,0000	0,0305	0,0000	0,00	<b>2,18</b>	0,00
	3		Auto-consumo/venda	16	0,0550	0,0000	0,1222	0,0000	0,00	<b>2,22</b>	0,00

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (2005)

Nota : ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela A.2 – Distribuições Absoluta e Marginal das Variáveis Utilizadas na Identificação dos Perfis Extremos de Sistemas de Uso do Solo e Delineamento dos Perfis Extremos – Altamira, PA, 2005**

		Categoria		Frequência Observada		Probabilidades Estimadas (Lâmbida)			Razão Lâmbida Frequência		
Rótulo	Código	Rótulo	Absoluta	Marginal	1	2	3	1	2	3	
Destino da produção de milho em 2004	0	Não produz	132	0,4510	0,8844	0,0000	1,0000	<b>1,96</b>	0,00	<b>2,22</b>	
	1	Auto-consumo	143	0,4880	0,1156	0,8650	0,0000	0,24	<b>1,77</b>	0,00	
	2	Venda	7	0,0240	0,0000	0,0528	0,0000	0,00	<b>2,20</b>	0,00	
	3	Auto-consumo/venda	11	0,0380	0,0000	0,0822	0,0000	0,00	<b>2,16</b>	0,00	
Destino da produção de mandioca e derivados em 2004	0	Não produz	170	0,5800	1,0000	0,0859	0,9594	<b>1,72</b>	0,15	<b>1,65</b>	
	1	Auto-consumo	101	0,3450	0,0000	0,7732	0,0000	0,00	<b>2,24</b>	0,00	
	2	Venda	9	0,0310	0,0000	0,0685	0,0000	0,00	<b>2,21</b>	0,00	
	3	Auto-consumo/venda	13	0,0440	0,0000	0,0724	0,0406	0,00	<b>1,65</b>	0,92	
Destino da produção de frutas em 2004	0	Não produz	119	0,4060	0,7820	0,2228	0,3678	<b>1,93</b>	0,55	0,91	
	1	Auto-consumo	155	0,5290	0,2180	0,7037	0,5245	0,41	<b>1,33</b>	0,99	
	2	Venda	12	0,0410	0,0000	0,0470	0,0674	0,00	1,15	<b>1,64</b>	
	3	Auto-consumo/venda	7	0,0240	0,0000	0,0265	0,0403	0,00	1,10	<b>1,68</b>	
Destino da produção das demais culturas agrícolas em 2004	0	Não produz	246	0,8400	0,7294	0,8393	0,9348	0,87	1,00	1,11	
	1	Auto-consumo	23	0,0780	0,1419	0,0943	0,0000	<b>1,82</b>	<b>1,21</b>	0,00	
	2	Venda	16	0,0550	0,0838	0,0308	0,0652	<b>1,52</b>	0,56	<b>1,19</b>	
	3	Auto-consumo/venda	8	0,0270	0,0449	0,0356	0,0000	<b>1,66</b>	1,32	0,00	
Tercis da produção de derivados de animais em 2004 no lote	0	Primeiro	107	0,3650	0,0000	0,3066	0,7044	0,00	0,84	<b>1,93</b>	
	1	Segundo	83	0,2830	0,1444	0,3591	0,2956	0,51	<b>1,27</b>	1,04	
	2	Terceiro	103	0,3520	0,8556	0,3344	0,0000	<b>2,43</b>	0,95	0,00	
Mediana da produção de café em 2004 no lote	0	Abaixo ou igual	212	0,7240	1,0000	0,4798	0,8364	<b>1,38</b>	0,66	<b>1,16</b>	
	1	Acima	81	0,2760	0,0000	0,5202	0,1636	0,00	<b>1,88</b>	0,59	

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (2005)

Nota: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela A.2 – Distribuições Absoluta e Marginal das Variáveis Utilizadas na Identificação dos Perfis Extremos de Sistemas de Uso do Solo e Delineamento dos Perfis Extremos – Altamira, PA, 2005**

(continua)

Rótulo	Código	Categoria Rótulo	Frequência Observada		Probabilidades Estimadas (Lâmbida)			Razão Lâmbida Frequência		
			Absoluta	Marginal	1	2	3	1	2	3
Tercis da produção de cacau em 2004 no lote	0	Primeiro	142	0,4850	1,0000	0,5311	0,0000	<b>2,06</b>	1,10	0,00
	1	Segundo	51	0,1740	0,0000	0,1961	0,2884	0,00	1,13	<b>1,66</b>
	2	Terceiro	100	0,3410	0,0000	0,2728	0,7116	0,00	0,80	<b>2,09</b>
Mediana da produção de pimeira-do-reino em 2004 no lote	0	Abaixo ou igual	230	0,7850	0,9917	0,5336	1,0000	<b>1,26</b>	0,68	<b>1,27</b>
	1	Acima	63	0,2150	0,0083	0,4664	0,0000	0,04	<b>2,17</b>	0,00
Tercis da produção de arroz em 2004 no lote	0	Primeiro	144	0,4910	1,0000	0,0000	1,0000	<b>2,04</b>	0,00	<b>2,04</b>
	1	Segundo	47	0,1600	0,0000	0,3313	0,0000	0,00	<b>2,07</b>	0,00
	2	Terceiro	102	0,3480	0,0000	0,6687	0,0000	0,00	<b>1,92</b>	0,00
Mediana da produção de feijão em 2004 no lote	0	Abaixo ou igual	178	0,6080	1,0000	0,0682	1,0000	<b>1,64</b>	0,11	<b>1,64</b>
	1	Acima	115	0,3920	0,0000	0,9318	0,0000	0,00	<b>2,38</b>	0,00
Tercis da produção de milho em 2004 no lote	0	Primeiro	140	0,4780	0,8673	0,0000	1,0000	<b>1,81</b>	0,00	<b>2,09</b>
	1	Segundo	52	0,1770	0,0000	0,3724	0,0000	0,00	<b>2,10</b>	0,00
	2	Terceiro	101	0,3450	0,1327	0,6276	0,0000	0,38	<b>1,82</b>	0,00
Mediana da produção de mandioca e derivados em 2004	0	Abaixo ou igual	196	0,6690	1,0000	0,2575	1,0000	<b>1,49</b>	0,38	<b>1,49</b>
	1	Acima	97	0,3310	0,0000	0,7425	0,0000	0,00	<b>2,24</b>	0,00
Mediana da produção de fruta em 2004 no lote	0	Abaixo ou igual	169	0,5770	0,7673	0,4857	0,5548	<b>1,33</b>	0,84	0,96
	1	Acima	124	0,4230	0,2327	0,5143	0,4452	0,55	<b>1,22</b>	1,05
Mediana da produção das demais culturas agrícolas em	0	Abaixo ou igual	260	0,8870	0,7855	0,9148	0,9341	0,89	1,03	1,05
	1	Acima	33	0,1130	0,2145	0,0852	0,0659	<b>1,90</b>	0,75	0,58
Quintis da proporção do lote em mata primária em 2005	0	Primeiro	60	0,2050	0,4148	0,0000	0,3099	<b>2,02</b>	0,00	<b>1,51</b>
	1	Segundo	56	0,1910	0,4135	0,1455	0,0442	<b>2,16</b>	0,76	0,23
	2	Terceiro	59	0,2010	0,1257	0,2054	0,2687	0,63	1,02	<b>1,34</b>
	3	Quarto	59	0,2010	0,0460	0,3109	0,1878	0,23	<b>1,55</b>	0,93
	4	Quinto	59	0,2010	0,0000	0,3383	0,1893	0,00	<b>1,68</b>	0,94

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (2005)

Nota: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela A.2 – Distribuições Absoluta e Marginal das Variáveis Utilizadas na Identificação dos Perfis Extremos de Sistemas de Uso do Solo e Delineamento dos Perfis Extremos – Altamira, PA, 2005**

Variável interna		Categoria	Frequência Observada		Probabilidades Estimadas (Lâmbida)			Razão Lâmbida Frequência Marginal		
Rótulo	Código	Rótulo	Absoluta	Marginal	1	2	3	1	2	3
Quintis da proporção do lote em pasto em 2005	0	Primeiro	69	0,2350	0,0000	0,2971	0,4337	0,00	<b>1,26</b>	<b>1,85</b>
	1	Segundo	51	0,1740	0,0000	0,2940	0,1899	0,00	<b>1,69</b>	1,09
	2	Terceiro	58	0,1980	0,0000	0,3117	0,2568	0,00	<b>1,57</b>	<b>1,30</b>
	3	Quarto	56	0,1910	0,3859	0,0972	0,1197	<b>2,02</b>	0,51	0,63
	4	Quinto	59	0,2010	0,6141	0,0000	0,0000	<b>3,06</b>	0,00	0,00
Quintis da proporção do lote em perenes em 2005	0	Primeiro	71	0,2420	0,8611	0,0000	0,0000	<b>3,56</b>	0,00	0,00
	1	Segundo	49	0,1670	0,1389	0,3202	0,0000	0,83	<b>1,92</b>	0,00
	2	Terceiro	56	0,1910	0,0000	0,2763	0,2518	0,00	<b>1,45</b>	<b>1,32</b>
	3	Quarto	58	0,1980	0,0000	0,2790	0,2704	0,00	<b>1,41</b>	<b>1,37</b>
	4	Quinto	59	0,2010	0,0000	0,1245	0,4778	0,00	0,62	<b>2,38</b>
Mediana da proporção do lote em anuais em 2005	0	Abaixo ou igual	172	0,5870	0,9355	0,1927	0,8480	<b>1,59</b>	0,33	<b>1,44</b>
	1	Acima	121	0,4130	0,0645	0,8073	0,1520	0,16	<b>1,95</b>	0,37
Quartis da proporção do lote em floresta de sucessão secundária em 2005	0	Primeiro	80	0,2730	0,6631	0,1125	0,1952	<b>2,43</b>	0,41	0,72
	1	Segundo	69	0,2350	0,1768	0,2601	0,2458	0,75	1,11	1,05
	2	Terceiro	74	0,2530	0,1601	0,2872	0,2761	0,63	1,14	1,09
	3	Quarto	70	0,2390	0,0000	0,3403	0,2829	0,00	<b>1,42</b>	<b>1,18</b>
Tamanho do lote em 2005	0	< 90 ha	40	0,1370	0,0867	0,1410	0,1731	0,63	1,03	<b>1,26</b>
	1	90 - 110 ha	211	0,7200	0,5938	0,7223	0,8269	0,82	1,00	<b>1,15</b>
	2	> 110 ha	42	0,1430	0,3195	0,1367	0,0000	<b>2,23</b>	0,96	0,00
Quintis do número de cabeças de gado no lote em 2004	0	Primeiro	60	0,2050	0,0000	0,3535	0,2421	0,00	<b>1,72</b>	<b>1,18</b>
	1	Segundo	57	0,1950	0,0000	0,3353	0,2259	0,00	<b>1,72</b>	<b>1,16</b>
	2	Terceiro	59	0,2010	0,0000	0,2688	0,3383	0,00	<b>1,34</b>	<b>1,68</b>
	3	Quarto	63	0,2150	0,4509	0,0424	0,1937	<b>2,10</b>	0,20	0,90
	4	Quinto	54	0,1840	0,5491	0,0000	0,0000	<b>2,98</b>	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (2005)

Nota: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.*

### Figura A.1 – Parecer do Conselho de Ética

(a) Fase I (1997/1998)

125026/97-7



**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

CRP e / PRESIDÊNCIA  
 Data: 24/09/97  
 Bala: 26.07.97

Portaria nº 367 de 17 de setembro de 1997.

O Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia Inerente, no uso das atribuições que lhe confere o Decreto de 27 de outubro de 1995 e Decreto nº 98.830, de 15 de janeiro de 1990.

**ResOLVE:**

**Art. 1º** Conceder autorização aos pesquisadores estrangeiros Donald B. Netzer e Enilda F. Moran, ambos da Universidade do Arizona - USA, para, sob a responsabilidade do Dr. Luiz Artur Vidal do Departamento de Antropologia da Universidade de São Paulo - USP e Dr. Niro Higuchi do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, conduzir pesquisa de campo objetivando o "estudo do desmatamento na Amazônia e a construção de unidades domésticas", no Estado do Amazonas, pelo período de 22 de setembro de 1997 a 31 de dezembro de 1998.

**Art. 2º** A coleta de material e seu depósito, ficam vinculados à estrita observância das normas do Decreto nº 98.830, de 15 de janeiro de 1990 e da Portaria nº 55, de 15 de março de 1990.

**Art. 3º** Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

*Lindolpho de Carvalho Dias*  
**LINDOLPHO DE CARVALHO DIAS**

**MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES**

Tipo: <input type="checkbox"/> FOLHA	Fls.: <input type="checkbox"/> 1	Assunto: <input type="checkbox"/> 1	Classificação: <input type="checkbox"/> 44-Servico
Classificação: <input checked="" type="checkbox"/> DISTRIBUICAO	Processo: <input type="checkbox"/> NORMAL	Assunto: <input type="checkbox"/> 1	Assunto: <input type="checkbox"/> 1
Classificação: <input type="checkbox"/> DIRETO	Assunto: <input type="checkbox"/> 1	Assunto: <input type="checkbox"/> 1	Assunto: <input type="checkbox"/> 1
Assunto: <input type="checkbox"/> 1		Assunto: <input type="checkbox"/> 1	

Assunto: **BRASIL - Projeto "The Amazon Deforestation and Recovery of Household Income Approval"**

Classificação: **ETIC BRAC/UN**

Data: **25.11.98**

Servidor Consultivo,  
 Contorne informações recebidas do Instituto de Saúde do Brasil, o projeto "The Amazon Deforestation and Structure of Household", a ser desenvolvido entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e a Universidade de Brasília, com apoio financeiro do National Institutes of Health - NIH, foi aprovado pelo Conselho Nacional de Saúde.

*[Assinatura]*  
 Chefe de Divisão de Ciência e Tecnologia

Recebido em:	Assinatura:
20/11/98	[Assinatura]
Embrapa BR-117 - BR-117 - 70811-900 - Brasília - DF	[Assinatura]

Recebido em 20/11/98

Data:	Assinatura:
-------	-------------

(b) Fase II (2005)

 **MINISTÉRIO DA SAÚDE**  
Conselho Nacional de Saúde  
Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP

**PARECER Nº 358/2003**

**Registro CONEP: 7131** (Este nº deve ser citado nas correspondências referentes a este projeto )

**Registro CEP: 594/02** **Processo nº 25000.156971/2002-49**

**Projeto de Pesquisa :** "Desflorestamento da Amazônia e a estrutura das unidades domésticas ( Fase II )"

**Pesquisador Responsável :** Dr. Daniel Joseph Hogan

**Instituição:** Faculdade de Ciências Médicas / UNICAMP

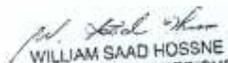
**Área Temática Especial :** Pesquisa com cooperação estrangeira

Ao se proceder à análise das respostas às considerações da CONEP no Parecer nº 166/2003, relativo ao projeto em questão, considerou-se que:

- foram atendidas as solicitações do referido parecer;
- o projeto preenche, de modo geral, os requisitos fundamentais das Resoluções CNS 196/96 e 292/99, sobre Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos;
- o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição supracitada.

Diante do exposto, a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 196/96, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa proposto.

**Situação :** Projeto aprovado  
Brasília, 13 de março de 2003

  
WILLIAM SAAD HOSSNE  
Coordenador da CONEP/CNS/MS

## Figura A.2 – Objetivos do Projeto Amazonian Deforestation and the Structure of the Households



Anthropological Center for Training and Research  
on Global Environmental Change

Emilio F. Moran, Director, Student Building 331, Indiana University, Bloomington, IN 47405 USA \* Tel. (812) 855-6181 \* FAX (812) 855-3000

# FACSIMILE COVER SHEET

<b>To:</b>	William Saad Hossne, Coordenador	<b>Date:</b>	25 de 2 de 2003
<b>Location:</b>	CONEP/CNS/MS	<b>Fax No:</b>	55-61-226-6453
<b>From:</b>	Emilio Moran, Diretor	<b>No. of Pages:</b>	7
<b>Re:</b>	Esclarecimentos CONEP: 7131		

De acordo com seu pedido recente, nas páginas seguintes poderá encontrar os esclarecimentos pedidos nos 7 itens. Esperamos as informações sejam adequadas e ficamos na espera da decisão do Comissão.

Gostaria mais uma vez esclarecer que nosso grupo de pesquisa tem tido um compromisso sério com o avanço da ciência no Brasil. Na última década, temos formado 12 brasileiros em nosso grupo, os quais depois do Ph.D. na Indiana, têm voltado ao Brasil para contribuir ao avanço da ciência e tecnologia brasileira. Encontram-se na FIOCRUZ, Universidade de São Paulo, Universidade Estadual de Campinas, EMBRAPA em Campinas, em ONGs, e outras entidades. Ademais, como especialmente nossos colegas da EMBRAPA em Belém e Campinas podem testemunhar, temos tido Memorandos de Entendimento e relações estreitas de colaboração através de muitos anos, sempre compartilhando o esforço juntos. Em cada viagem de pesquisa oferecemos palestras nos órgãos interessados, especialmente na EMBRAPA ou nas universidades de São Paulo e da Amazônia. Meu último livro sobre Amazônia (1991) foi publicado primeiro no Brasil em português pela Editora Vozes, e somente depois em tradução ao inglês em 1993. Como antropólogo tenho consciência, e conscientizado todos nossos participantes, da importância de proteger nossos sujeitos e que todas as informações sempre sejam confidenciais. Nunca temos gravado informações, e os questionários são introduzidos na base de dados sem identificações pessoais e só usados nessa forma anônima. Os questionários originais são guardados com chave, com acesso a eles somente com minha autorização e por razões especiais de esclarecer alguma informação na base de dados. Espero que nossas práticas para garantir o sigilo sejam adequadas e que possamos continuar um trabalho que tem sido apreciado pelas populações da região, e pelas entidades locais e regionais. Considero um grande privilégio ter pesquisado na Amazônia nos últimos trinta anos, e espero poder continuar a colaboração na pesquisa na região com nossos colegas. Para garantir esta relação de completa colaboração temos empregado um colega de Unicamp para ser meu colaborador, representando nossos colaboradores do NEPO na Unicamp, e o qual será nosso parceiro de tempo integral no trabalho. Com formação em antropologia, economia e demografia, ele é uma pessoa com a mesma sensibilidade da minha na importância de consentimento livre o qual é obtido na região Amazônica de forma verbal, e não escrita. Por experiência na região temos tido a oportunidade de ver a preocupação da população local, com altos índices de analfabetismo ainda hoje, em assinar documentos que eles não podem ler (e medo de entregar sua terra aos outros). Nós tomamos o tempo necessário para a pessoa sempre entender o objetivo da pesquisa, sua liberdade de recusar em responder, e garantindo-lhes o sigilo nas informações. Ademais, sempre voltamos e tentamos dar de volta resultados gerais a população, e na primeira visita entregar imagens de satélites usadas na entrevista em agradecimento pela atenção. A imagem inclui nosso endereço caso queiram nos contatar por qualquer motivo. Agradeço sua atenção e sua seriedade em garantir o comportamento ético na pesquisa.



Em resposta aos questionamentos mencionados temos a esclarecer que:

- 1) Trata-se de pesquisa de caráter antropológico e demográfico, com questionários e entrevistas escritas e não gravadas. Na presença de testemunhas, cada sujeito contactado será devidamente informado sobre a natureza e métodos da pesquisa, tendo o direito de recusar-se a dela participar. Pelos motivos expostos no projeto foi solicitada e aprovada pelo CEP/FCM/Unicamp, em parecer homologado em 17 de dezembro de 2002, a dispensa do Termo de Consentimento. Reiteramos a importância de - e nosso empenho em - obter o consentimento verbal, livre e esclarecido, de todos os entrevistados.
- 2) Não antecipamos nenhum risco aos entrevistados visto que todas as informações coletadas serão mantidas em sigilo. A privacidade individual será garantida pela omissão dos nomes dos entrevistados nas bases de dados, nos documentos e artigos que venham a ser produzidos. Dada a natureza do projeto, não antecipamos riscos na escala das comunidades, municípios, estado e país. Quanto aos benefícios, todas as informações geradas serão retornadas às áreas de pesquisa, seja na forma de documentos para as agências regionais (como Embrapa e Incra) quanto na forma de seminários com agricultores e associações – estendendo-se os benefícios desde o contexto local ao nacional. A maior compreensão dos fatores envolvidos nos processos de ocupação e uso do solo poderá contribuir para o melhor manejo dos recursos disponíveis.
- 3) A Universidade de Indiana vem colaborando com instituições brasileiras há mais de 10 anos tendo assinado Memorando de Entendimento com Embrapa – monitoramento por satélite, CPATU, Unicamp, USP, INPE. Este projeto dá continuidade ao processo de colaborações em treinamento e pesquisa, assim como busca avançar nas respostas às questões lançadas a partir da Fase 1 do projeto. Durante a década 12 doutores brasileiros foram formados na Universidade de Indiana e dezenas de estudantes brasileiros participaram em cursos internacionais promovidos pela Universidade de Indiana em colaboração com instituições brasileiras como o INPE. A colaboração com a Unicamp neste projeto, Fase 2, tem tomado várias formas: Memorando de Entendimento, palestras antes do Projeto na Unicamp, visita de colegas da Unicamp à Indiana, escolha de um dos colegas da Unicamp para coordenar a pesquisa de campo e na análise e publicações. Sobre o apoio e aprovação da Universidade de Indiana, ver declaração em anexo.
- 4) O contato com os entrevistados se baseia na harmoniosa e consentida troca de informações. Como o praticado na Fase 1, não há envolvimento material como remuneração, por exemplo, e jamais foi fator de recusa à participação. No ato da entrevista os sujeitos participantes receberão cópias das imagens de satélite e material cartográfico usados pelos pesquisadores para seu uso. Tais materiais e informações são importantes para que percebam seus locais de moradia e produção em escalas úteis ao manejo dos recursos que dispõem. Após o término do levantamento de dados, sujeitos da pesquisa, comunidades e instâncias

**Figura A.3 - Instrumento utilizado para a Descrição Espacial de Propriedades (DEP)**

Fonte: Cortesia do Anthropological Center for Training and Research on Global Environmental Change (ACT) e adaptado de D'Antona *et al.* (2008a, 2008b).

**Quadro A.1 – Roteiro de Entrevista com Agricultores Selecionados sobre Organização Espacial dos Sistemas de Uso do Solo – Área de Estudo de Altamira**

Tópico 1 – Como cada cultivo específico inicia-se e avança com o tempo sobre o lote?
Tópico 2 – Quais os requisitos biofísicos principais necessários para que um agricultor consiga se especializar nesse tipo de sistema de uso do solo?
Tópico 3 – Quais os requisitos econômicos e demográficos necessários para que um agricultor consiga se especializar neste tipo de sistema de uso do solo?
Tópico 4 – O sistema adotado por um lote afeta o tipo de uso do solo no lote vizinho?
Tópico 5 – Quais as influências que esse tipo de sistema de uso do solo sofre dos mercados de mão-de-obra e de venda da produção agropecuária?

**Figura A.4 – Tabela de Uso/Cobertura dos Lotes em 2005 (Parte do Questionário Economia e Uso da Terra)**

26. Uso e cobertura da terra neste e em outros lotes (em hectares)

	Este Lote		Outros Lotes – [A]nexos e [S]eparados				
	Qdo Adquiriu Ano [ ]	Hoje	1 [A] [S]	2 [A] [S]	3 [A] [S]	4 [A] [S]	5 [A] [S]
			Hoje	Hoje	Hoje	Hoje	Hoje
<b>Propriedade</b>							
Pasto							
Mata							
Capoeira							
Água							
Pomar							
Casa e quintal							
Sub-total							
<b>PLANTIO SOLTEIRO</b>							
<b>Consórcio</b>							

Atenção: preencha a coluna "Quando adquiriu" somente quando a propriedade foi adquirida DEPOIS de 1998. Para o preenchimento dos plantios, use a lista de "Culturas e Produtos" como referência. Pergunte quais outros plantios são feitos. É importante anotar todos os tipos, mesmo aqueles considerados menos importantes.

Anuais

1. Arroz
2. Feijão
3. Mandioca
4. Milho
5. Soja
6. Outra Anual (Qual?)

Perenes

7. Cacau
8. Café
9. Cupuaçu
10. Caju
11. Pimenta
12. Pupunha
13. Guaraná
14. Banana
15. Citros
16. Outra Perene (Qual?)



**Tabela A.3 - Variáveis indicadoras da cobertura ou mudança na cobertura florestal, e estatísticas descritivas (média e desvio-padrão) para 1997/1998, 2005 e mudança entre os períodos por coorte de assentamento – Área de estudo de Altamira**

Variável	Definição Operacional	Coorte de Chegada	1997/1998 <sup>I</sup>	2005	Mudança <sup>II</sup> (97/98 → 2005) <sup>III</sup>
Desmatamento	Área desmatada (ha) - Survey	<=1975	64,1 ± 20,1	75,7 ± 18,3	11,9 ± 14,5***
		1976-1985	68,8 ± 58,1	84,7 ± 70,8	15,9 ± 25,9***
		1986-1990	60,8 ± 76,6	77,1 ± 83,3	16,2 ± 17,3***
		1991-1997	42,1 ± 27,7	58,2 ± 30,1	16,3 ± 14,9***
Desmatamento	Área desmatada (ha) - Sensoriamento remoto	<=1975	56,3 ± 53,0	58,2 ± 16,8	1,9 ± 15,2**
		1976-1985	45,2 ± 28,7	78,6 ± 68,9	33,4 ± 39,1***
		1986-1990	41,1 ± 24,3	53,9 ± 28,1	12,8 ± 15,9***
		1991-1997	50,0 ± 61,2	66,3 ± 22,9	16,3 ± 19,5***
Proporção desmatado	Proporção do lote desmatado (%) - Survey	<=1975	63,4 ± 20,0	75,1 ± 17,3	11,7 ± 14,2***
		1976-1985	57,4 ± 19,8	70,3 ± 20,0	12,9 ± 12,7***
		1986-1990	48,2 ± 25,5	62,5 ± 23,4	14,3 ± 15,4***
		1991-1997	45,7 ± 24,0	63,6 ± 23,0	17,9 ± 15,5***
Proporção desmatado	Proporção do lote desmatado (%) - Sensoriamento remoto	<=1975	51,2 ± 19,0	60,0 ± 18,9	8,8 ± 18,1**
		1976-1985	42,6 ± 20,8	67,2 ± 20,4	24,6 ± 21,5***
		1986-1990	41,5 ± 24,4	55,8 ± 25,0	14,3 ± 14,4***
		1991-1997	37,5 ± 20,7	53,6 ± 20,4	16,1 ± 19,0***

**Fonte:** Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005), imagens Landsat TM (1995, 1996 e 1997) e imagens Landsat 7 ETM+ (2004, 2005 e 2006).

**Nota I:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households.** dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Nota II:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Dados das imagens de satélite classificadas em categorias de cobertura e uso do solo:** área de estudo de Altamira (1995, 1996, 1997, 2004, 2005, 2006). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela A.4 – Estatísticas descritivas e correlação entre a cobertura florestal (dados de survey) e os fatores explicativos – Área de Estudo de Altamira, 1997/98 e 2005**

(continua)

Variável	Obs.	Média	Desvio padrão	Teste e grau de correlação pareada			
				Área desmatada 2005 (ha)	Proporção desmatada (%) do lote 2005	Área desmatada 2005-97/98 (ha)	Proporção desmatada (%) do lote 2005-97/98
<b>Cobertura do solo em 2005</b>							
Ln normalizado da área do lote desmatada em 2005 (ha)	301	5,02	0,18	1,0000			
Proporção desmatada do lote em 2005 (%)	301	68,67	21,11	0,7588**	1,0000		
<b>Mudança na cobertura do solo em 2005</b>							
Aumento normalizado (Box-Cox) da área desmatada entre 1997/98 e 2005 (ha)	301	3,80	4,40	0,2757**	0,1629**	1,0000	
Aumento na proporção desmatada do lote entre 1997/98 e 2005 (%)	301	13,99	14,32	0,1491**	0,2111**	0,8817**	1,0000
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>							
Idade do chefe do domicílio (1997/98) [anos]	301	51,42	12,82	0,2416**	0,1446*	0,0512	0,0208
Ln normalizado do # de adultos (15-59) no domicílio (1997/98)	301	1,71	0,37	-0,1379*	-0,1098+	0,0959+	0,1335*
Ln normalizado do # de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio (1997/98)	301	1,16	0,40	-0,1701**	-0,1500**	0,0439	0,0805
<b>Ciclo do lote</b>							
Ln normalizado do # de anos residindo no lote entrevistado (1997/98)	301	4,80	0,07	0,3171**	0,2539**	-0,1401*	-0,1613**
Família chegou ao lote até 1975? [1/0]	301	0,26	0,44	0,1722**	0,1777**	-0,1198*	-0,0925
Família chegou ao lote entre 1976 e 1985? [1/0]	301	0,35	0,48	0,1226*	0,0571	-0,0046	-0,0546
Família chegou ao lote entre 1986 e 1990? [1/0]	301	0,17	0,38	-0,0819	-0,1315*	0,0306	0,0108
Família chegou ao lote após 1990? [1 = sim / 0 = não]	301	0,23	0,42	-0,2443**	-0,1318*	0,1022+	0,1481*
<b>Interação rural-urbano</b>							
Ln normalizado do # de filhos que deixaram o domicílio entre 1997/98 e 2004? [1/0]	269	0,23	0,82	0,0449	0,0720	-0,0015	0,0246
Algum filho enviou dinheiro para o domicílio em 2004? [1/0]	301	0,26	0,44	0,1541**	0,1484**	0,0285	0,0261
<b>Rede social</b>							
O domicílio pertence a alguma associação ou cooperativa agrícola?	300	0,20	0,40	-0,2730**	-0,2909**	0,0846	0,0916
<b>Integração com os mercados</b>							
Ln normalizado da distância ao mercado urbano mais próximo	301	10,01	0,50	-0,4212**	-0,5149**	0,0468	0,0347
O lote é acessível ao centro urbano mais próximo durante as chuvas? [1/0]	301	0,78	0,42	0,1130+	0,1061+	0,008	-0,004
Proporção da produção agrícola do lote vendida (1997/98) [%]	301	60,96	35,95	0,2802**	0,2127**	-0,1182*	-0,1968**

**Tabela A.4 – Estatísticas descritivas e correlação entre a cobertura florestal (dados de survey) e os fatores explicativos – Área de Estudo de Altamira, 1997/98 e 2005**

(fim)

<b>Variáveis de controle</b>								
O chefe do domicílio sempre trabalhou na agricultura? (1997/98) [1/0]	301	0,90	0,30	-0,0185	█	-0,0380	0,0738	0,0516
Índice de riqueza no momento da chegada ao lote (1997/98)	289	-0,36	2,94	0,0564	█	0,0650	-0,0623	-0,0408
Renda domiciliar mensal total (1997/98) [1 unid = 1R\$]	301	425,53	500,37	0,1846**		0,2107**	-0,1493**	-0,1639**
Usa ou já usou mão-de-obra familiar no lote? (1997/98) [1/0]	300	0,88	0,32	-0,0245		-0,0041	-0,0015	-0,0181
Tem ou já teve meeiros no lote? (1997/98) [1/0]	301	0,28	0,45	0,1554**		0,1106+	0,0061	-0,0351
Usa ou já usou mão-de-obra paga (permanente ou temporária) no lote? (1997/98)	301	0,79	0,41	0,2375**		0,1385*	-0,0304	-0,0651
# de créditos agrícolas já adquiridos pelo domicílio (1997/98) [contagem]	301	0,90	1,10	0,1288*		0,094	-0,1659**	-0,1272*
Área do lote em floresta primária (1997/98) [ha]	301	46,07	24,86	-0,2425**		-0,6798**	0,4691**	0,3480**
Proporção do lote em floresta primária (1997/98) [%]	301	45,30	22,87	-0,6069**		-0,7900**	0,4031**	0,4323**
Área do lote em pasto (1997/98) [ha]	301	36,23	28,50	0,7258**		0,4932**	0,0241	-0,1507**
Proporção do lote em pasto (1997/98) [%]	301	34,61	22,86	0,5330**		0,6111**	-0,1350*	-0,2181**
Área do lote em culturas perenes (1997/98) [ha]	301	7,88	10,91	0,0906		0,1063+	-0,2063**	-0,1867**
Proporção do lote em culturas perenes (1997/98) [%]	301	34,61	22,86	0,5330**		0,6111**	-0,1350*	-0,2181**
Área do lote em culturas anuais (1997/98) [ha]	301	2,65	3,37	0,1178*	█	0,0200	0,0283	-0,0419
Proporção do lote em culturas anuais (1997/98) [%]	301	2,85	4,46	-0,0117		0,0632	-0,068	-0,0561
Área do lote em floresta de sucessão secundária (1997/98) [ha]	301	6,83	9,69	0,1470*		0,0764	-0,2212**	-0,2273**
Proporção do lote em floresta de sucessão secundária (1997/98) [%]	301	7,18	11,08	0,0525		0,1316*	-0,2220**	-0,1786**
Área do lote em água (1997/98) [ha]	301	0,38	1,01	0,1848**		0,1275*	0,1056	0,0911
Proporção do lote em água (1997/98) [%]	301	0,42	1,23	0,1472*		0,1321*	0,0738	0,0921
Tamanho do lote (1997/98) [ha]	301	100,46	23,47	0,6229**		-0,0042	0,2265**	-0,0301
Proporção do lote em terra roxa (alfisolos) (1997/98) [%]	301	22,57	34,57	0,1797**		0,1571**	-0,0988+	-0,1081+

+ **significante a 10%**; \* **significante a 5%**; \*\* **significante a 1%**

**Fonte:** Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005).

**Nota:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral:** área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela A.5 – Estatísticas descritivas e correlação entre a cobertura florestal (dados de sensoriamento remoto) e os fatores explicativos – Área de Estudo de Altamira, 1996 e 2005**

(continua)

Variável	Obs.	Média	Desvio padrão	Teste e grau de correlação pareada			
				Área desmatada 2005 (ha)	Proporção desmatada (%) do lote 2005	Área desmatada 2005-1996 (ha)	Proporção desmatada (%) do lote 2005-1996
<b>Cobertura do solo em 2005</b>							
Ln normalizado da área do lote desmatada em 2005 (ha)	264	4,58	0,27	1,0000			
Proporção desmatada do lote em 2005 (%)	264	59,32	21,16	0,8751**	1,0000		
<b>Mudança na cobertura do solo em 2005</b>							
Raiz quadrada da área desmatada entre 1996 e 2005 (ha)	203	3,67	3,25	0,5920**	0,4522**	1,0000	
Aumento na proporção desmatada do lote entre 1996 e 2005 (%)	203	21,14	19,77	0,5005**	0,5959**	0,7685**	1,0000
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>							
Idade do chefe do domicílio (1997/98) [anos]	264	50,06	12,61	0,1611**	0,0966	0,0839	0,0128
Ln normalizado do # de adultos (15-59) no domicílio (1997/98)	253	1,71	0,37	-0,1351*	-0,0798	-0,0280	0,0908
# de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio (1997/98)	264	1,69	1,43	-0,1810**	-0,1974**	-0,1013	-0,0695
<b>Ciclo do lote</b>							
Ln normalizado do # de anos residindo no lote entrevistado	253	4,79	0,07	0,2268**	0,1669**	0,0275	-0,0116
Família chegou ao lote até 1975? [1/0]	264	0,22	0,42	0,0231	0,0096	-0,1394*	-0,1814**
Família chegou ao lote entre 1976 e 1985? [1/0]	264	0,34	0,47	0,2361**	0,1747**	0,2100**	0,2723**
Família chegou ao lote entre 1986 e 1990? [1/0]	264	0,18	0,39	-0,1210*	-0,1346*	-0,0288	-0,0806
Família chegou ao lote após 1990? [1 = sim / 0 = não]	264	0,25	0,44	-0,1713**	-0,0802	-0,0698	-0,0522
<b>Interação rural-urbano</b>							
# de filhos que deixaram o domicílio entre 1997/98 e 2005	229	1,17	1,29	-0,0536	-0,0424	-0,0384	0,0130
Algum filho enviou dinheiro para o domicílio em 2004? [1/0]	264	0,23	0,42	0,1528*	0,1728**	0,1167+	0,0913
<b>Rede social</b>							
O domicílio pertence a alguma associação ou cooperativa agrícola?	263	0,21	0,41	-0,2709**	-0,2851**	-0,0706	-0,0878
<b>Integração com os mercados</b>							
Ln normalizado da distância ao mercado urbano mais próximo	253	10,06	0,51	-0,4077**	-0,4398**	0,0831	0,0544
O lote é acessível ao centro urbano mais próximo durante as chuvas?	264	0,78	0,41	0,1365*	0,1359*	-0,0003	-0,0570
Proporção da produção agrícola do lote vendida (1997/98) [%]	264	60,20	36,00	0,2387**	0,1980**	0,1452*	0,0461

**Tabela A.5 – Estatísticas descritivas e correlação entre a cobertura florestal (dados de sensoriamento remoto) e os fatores explicativos – Área de Estudo de Altamira, 1996 e 2005**

(fim)

<b>Variáveis de controle</b>							
O chefe do domicílio sempre trabalhou na agricultura? (1997/98)	264	0,90	0,30	0,0212	-0,0342	0,0657	█ -0,0260
Índice de riqueza no momento da chegada ao lote (1997/98)	255	-0,33	2,94	-0,0082	-0,0220	-0,0569	█ -0,0121
Renda domiciliar mensal total (1997/98) [1 unid = 1R\$]	264	428,43	492,07	0,1706**	0,2166**	0,0609	0,1789*
Usa ou já usou mão-de-obra familiar no lote? (1997/98) [1/0]	264	0,88	0,33	-0,1394*	-0,1046+	-0,0618	-0,1199+
Tem ou já teve meeiros no lote? (1997/98) [1/0]	264	0,29	0,45	0,0862	0,0599	-0,0428	█ -0,0550
Usa ou já usou mão-de-obra paga (permanente ou temporária) no lote?	264	0,79	0,41	0,2600**	0,2509**	0,1048+	█ 0,0655
# de créditos agrícolas já adquiridos pelo domicílio (1997/98) [contagem]	264	0,86	1,04	0,1409*	0,1195	0,0955	█ 0,0628
Área do lote em floresta primária (1997/98) [ha]	264	46,93	25,03	-0,1815**	-0,5148**	0,0804	-0,2146**
Proporção do lote em floresta primária (1997/98) [%]	264	46,91	23,28	-0,5230**	-0,6155**	-0,2092**	-0,2686**
Área do lote em pasto (1997/98) [ha]	264	38,09	45,57	0,3186**	0,3939**	0,5842**	0,3652**
Proporção do lote em pasto (1997/98) [%]	264	33,73	23,44	0,6129**	0,6883**	0,3254**	0,3685**
Área do lote em culturas perenes (1997/98) [ha]	264	7,76	10,77	-0,1135	-0,1452*	-0,1555*	-0,1435*
Proporção do lote em culturas perenes (1997/98) [%]	264	33,73	23,44	0,6129**	0,6883**	0,3254**	0,3685**
Área do lote em culturas anuais (1997/98) [ha]	264	2,51	3,29	-0,0951	0,0177	0,0552	█ 0,0301
Proporção do lote em culturas anuais (1997/98) [%]	264	2,75	4,46	-0,0556	0,0324	-0,0848	█ 0,0107
Área do lote em floresta de sucessão secundária (1997/98) [ha]	264	6,32	9,08	-0,0924	-0,0682	0,0834	█ -0,0074
Proporção do lote em floresta de sucessão secundária (1997/98) [%]	264	6,69	10,43	-0,0702	-0,0583	-0,0255	█ -0,0421
Área do lote em água (1997/98) [ha]	264	0,38	1,03	-0,0955	0,1642**	0,1195+	█ 0,0613
Proporção do lote em água (1997/98) [%]	264	0,41	1,14	-0,0782	0,1460*	0,0488	█ 0,0360
Tamanho do lote (1997/98) [ha]	264	106,48	64,17	0,2916**	0,0462	0,6051**	█ 0,0915
Recíproca da proporção do lote em terra roxa (alfisolos) (1997/98) [%]	253	0,61	0,47	-0,1134+	-0,0771	-0,1338*	-0,1802*

+ **significante a 10%**; \* **significante a 5%**; \*\* **significante a 1%**

**Fonte:** Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005), imagens Landsat TM (1995, 1996 e 1997) e imagens Landsat 7 ETM+ (2004, 2005 e 2006).

**Nota I:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households.** dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Nota II:** ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Dados das imagens de satélite classificadas em categorias de cobertura e uso do solo:** área de estudo de Altamira (1995, 1996, 1997, 2004, 2005, 2006). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela A.6 – Valor-p dos testes de média entre as variáveis componentes dos sistemas de uso do solo – Testes por duplas de sistemas comparados – Área de Estudo de Altamira, 2005**

Variáveis componentes dos sistemas de uso do solo	P/A X P/P	P/A X P	P/A X P/G	P/A X I	P/P X P	P/P X P/G	P/P X I	P X I	P X I	P/G X I
	<i>Classes de uso e cobertura do solo</i>									
% Mata (2005)	<b>0,0000</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0013</b>	0,0905	<b>0,0078</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0239</b>	<b>0,0000</b>	0,2643	<b>0,0024</b>
% Pasto (2005)	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0292</b>	<b>0,0470</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0105</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0013</b>	<b>0,0000</b>
% Perenes (2005)	<b>0,0002</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0001</b>	0,1194	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	0,1587	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0034</b>
% Anuais (2005)	<b>0,0368</b>	0,1143	<b>0,0179</b>	<b>0,0104</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	0,1009	0,0528	0,4897
% Suc. Secundária (2005)	0,2542	0,2099	<b>0,0298</b>	0,1739	0,4461	<b>0,0009</b>	0,2978	<b>0,0002</b>	0,3208	<b>0,0113</b>
Área do lote (2005)	0,1960	<b>0,0207</b>	<b>0,0439</b>	0,0623	0,0844	<b>0,0129</b>	0,2448	<b>0,0027</b>	0,0789	<b>0,0052</b>
	<i>Características da produção agropecuária</i>									
Destinação dos derivados de animais	<b>0,0001</b>	<b>0,0000</b>	0,1691	0,0830	0,1145	<b>0,0000</b>	0,0860	<b>0,0000</b>	<b>0,0239</b>	<b>0,0213</b>
Destinação do café produzido	<b>0,0000</b>	0,0533	0,2215	0,3710	<b>0,0002</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0064</b>	0,2009	0,1932
Destinação do cacau produzido	0,1658	<b>0,0001</b>	<b>0,0000</b>	0,4150	<b>0,0000</b>	<b>0,0001</b>	0,3091	<b>0,0000</b>	<b>0,0028</b>	<b>0,0017</b>
Destinação da pimenta-do-reino produzida	<b>0,0000</b>	0,3802	0,4738	0,3671	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0005</b>	0,3578	0,4480	0,3506
Destinação do arroz produzido	<b>0,0003</b>	<b>0,0008</b>	<b>0,0005</b>	0,4515	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0071</b>	0,2820	<b>0,0077</b>	<b>0,0046</b>
Destinação do feijão produzido	<b>0,0001</b>	0,1233	<b>0,0007</b>	<b>0,0092</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0077</b>	0,0718	0,2214
Destinação do milho produzido	<b>0,0000</b>	<b>0,0447</b>	<b>0,0001</b>	0,1960	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0138</b>	0,3657	<b>0,0456</b>
Destinação da mandioca e derivados produzidos	0,0657	0,0107	<b>0,0007</b>	<b>0,0019</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	0,0826	0,1537	0,4024
Destinação das frutas produzidas	0,0687	0,1064	<b>0,0002</b>	0,4166	0,4170	<b>0,0000</b>	0,0644	<b>0,0000</b>	0,0948	<b>0,0021</b>
Destinação das outras culturas produzidas	0,2442	0,1288	0,4849	0,1584	0,3008	0,2388	0,3294	0,1156	0,4922	0,1509
Quantidade produzida de derivados de animais	<b>0,0025</b>	<b>0,0000</b>	0,4206	<b>0,0402</b>	<b>0,0038</b>	<b>0,0018</b>	0,4274	<b>0,0000</b>	<b>0,0344</b>	<b>0,0315</b>
Quantidade produzida de café	<b>0,0000</b>	0,1942	0,2262	0,4708	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0432</b>	0,2275	0,3058
Quantidade produzida de cacau	0,1632	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	0,4402	<b>0,0000</b>	<b>0,0006</b>	0,2811	<b>0,0000</b>	<b>0,0018</b>	<b>0,0050</b>
Quantidade produzida de pimenta-do-reino	<b>0,0000</b>	0,5089	0,4125	0,3657	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0016</b>	0,3946	0,3650	0,3058
Quantidade produzida de arroz	<b>0,0000</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,0001</b>	0,1589	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	0,1492	0,0626	<b>0,0159</b>
Quantidade produzida de feijão	<b>0,0000</b>	<b>0,0258</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0189</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0015</b>	0,2587	0,0896
Quantidade produzida de milho	<b>0,0006</b>	<b>0,0030</b>	<b>0,0013</b>	0,3002	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0035</b>	0,2603	0,0843	<b>0,0444</b>
Quantidade produzida de mandioca e derivados	<b>0,0095</b>	<b>0,0096</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0017</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	0,0609	0,1227	0,4771
Quantidade produzida de frutas	0,3107	0,2262	<b>0,0041</b>	<b>0,0211</b>	0,3905	<b>0,0082</b>	<b>0,0392</b>	<b>0,0144</b>	0,0568	0,4615
Quantidade produzida de outras culturas	0,2408	0,2712	0,2688	0,2470	0,4523	0,0918	0,4401	0,1063	0,4066	0,1145

Nota: P/A = Pasto + Anuais; P/P = Pasto + Perenes; P = Perenes; P/G = Pasto + Gado; I = Indefinido

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (2005)

Nota: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela A.7 – Matriz de correlação entre os resíduos das equações relativas aos modelos de classe de uso do solo – Área de Estudo de Altamira, 2005**

Categoria de Uso	Pasto	Perene	Sucessão secundária	Anual
<b><i>Variáveis dependentes escalares (ha)</i></b>				
Pasto	1,0000			
Perene	-0,1777	1,0000		
Sucessão secundária	-0,5222	-0,0997	1,0000	
Anual	-0,1242	-0,1543	-0,0269	1,0000
ML com $\chi^2(6) = 92,801$ . Pr = 0,0000				
<b><i>Variáveis dependentes proporcionais (%)</i></b>				
Pasto	1,0000			
Perene	-0,2145	1,0000		
Sucessão secundária	-0,4899	-0,1316	1,0000	
Anual	-0,1290	-0,1441	0,0829	1,0000
ML com $\chi^2(6) = 91,070$ . Pr = 0,0000				

Nota: ML = Multiplicador de Lagrange

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998, 2005).

Nota: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). **Amazonian deforestation and the structure of households.** dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.

**Tabela A.8 – Modelos de regressão múltipla das classes de uso do solo em 2005 – Área de Estudo de Altamira (sistema de regressões lineares aparentemente não-relacionadas – classes em proporção [%])**

(continua)

Variável independente	Pasto				Perenes			
	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>								
Idade do chefe do domicílio (1997/98)	0.139 [0.132]	0.149 [0.143]	0.000 [0.124]	0.181 [0.094]+	-0.054 [0.077]	-0.068 [0.080]	-0.017 [0.077]	0.012 [0.044]
# de adultos (12-59) no domicílio (1997/98)	0.256 [0.826]	0.403 [0.923]	0.869 [0.808]	0.690 [0.599]	-0.511 [0.479]	-0.855 [0.515]+	-0.643 [0.497]	-0.102 [0.279]
Número (#) de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio (1997/98)	-4.430 [1.305]**	-3.309 [1.389]*	-3.332 [1.202]**	-1.338 [0.892]	1.255 [0.757]+	1.524 [0.775]*	1.314 [0.740]+	0.884 [0.416]*
<b>Ciclo do lote</b>								
# de anos residindo no lote entrevistado (1997/98)	-0.150 [0.210]	-0.087 [0.224]	-0.532 [0.201]**	-0.212 [0.157]	0.609 [0.122]**	0.526 [0.125]**	0.550 [0.124]**	0.004 [0.073]
<b>Interação rural-urbano</b>								
Pelo menos 1 filho deixou o domicílio entre 97/98 e 2004? (1 = sim / 0 = não)		-0.437 [3.553]	-1.523 [3.075]	1.490 [2.271]		3.050 [1.983]	3.534 [1.894]+	0.792 [1.058]
Pelo menos 1 filho enviou dinheiro para o domicílio em 2004? (1/0)		-6.854 [4.932]	-4.927 [4.256]	-6.030 [3.118]+		2.347 [2.753]	1.994 [2.621]	2.403 [1.453]+
<b>Rede social</b>								
O domicílio pertence a alguma associação ou cooperativa agrícola? (1997/98) (1/0)		14.233 [4.115]**	1.618 [3.794]	-1.122 [2.839]		1219 [2.297]	3.485 [2.337]	2527 [1.323]+
<b>Integração aos mercados</b>								
Boa acessibilidade durante a estação chuvosa? (1/0)			0.946 [3.277]	2054 [2.402]			0.042 [2.019]	-0.547 [1.119]
Proporção da produção agrícola do lote vendida (1997/98) (%)			-0.030 [0.042]	-0.018 [0.033]			0.107 [0.026]**	0.011 [0.016]
Distância ao centro urbano de Altamira (km)			-0.000 [0.000]**	-0.000 [0.000]**			0.000 [0.000]**	0.000 [0.000]**
<b>Variáveis de controle</b>								
Renda domiciliar mensal total (1997/98) (R\$)				0.002 [0.002]				0.000 [0.001]
Usa ou já usou mão-de-obra paga (permanente ou temporária) no lote?				4.277 [2.684]				-1760 [1.250]
Área do lote em mata primária (1997/98) (ha)				-0.091 [0.036]*				0.089 [0.017]**
Área do lote em pasto (1997/98) (ha)				-0.261 [0.034]**				-0.019 [0.016]
Área do lote em culturas perenes (1997/98) (ha)				0.241 [0.024]**				-0.005 [0.011]
Restante da área do lote (1997/98) (ha)				-0.662 [0.117]**				0.858 [0.054]**
Proporção do lote em terra roxa (1997/98) (ha)				-0.339 [0.082]**				0.015 [0.038]
Constante	46.043 [7.293]**	32.465 [8.526]**	86.648 [0.274]**	66.560 [8.160]**	4.864 [4.229]	4.596 [4.759]	-16.262 [6.328]*	-4.308 [3.802]
Observações	301	262	262	262	301	262	262	262
R <sup>2</sup> Ajustado	0.0527	0.0940	0.3274	0.6415	0.0886	0.0929	0.1800	0.7499

+ 10% de significância; \* 5% de significância; \*\* 1% de significância.

Erros-padrão, entre colchetes, robustos à heterocedasticidade (estimador White-Huber).

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

Nota: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households*. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados..

**Tabela A.8 – Modelos de regressão múltipla das classes de uso do solo em 2005 – Área de Estudo de Altamira (sistema de regressões lineares aparentemente não-relacionadas – classes em proporção [%])**

Variável independente	(fim)							
	Anuais				Sucessão Secundária			
	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Ciclo de vida domiciliar</b>								
Idade do chefe do domicílio (1997/98)	0.002	0.006	0.005	0.001	-0.013	-0.043	-0.029	-0.077
	[0.013]	[0.016]	[0.016]	[0.016]	[0.061]	[0.061]	[0.061]	[0.056]
# de adultos (12-59) no domicílio (1997/98)	0.198	0.255	0.271	0.273	-0.164	-0.263	-0.429	-0.631
	[0.084]*	[0.101]*	[0.102]**	[0.102]**	[0.380]	[0.396]	[0.393]	[0.357]+
Número (#) de dependentes (0-14 / 60+) no domicílio (1997/98)	0.155	0.130	0.136	0.084	1.266	1.377	1.397	0.992
	[0.133]	[0.152]	[0.152]	[0.152]	[0.600]*	[0.596]*	[0.586]*	[0.532]+
<b>Ciclo do lote</b>								
# de anos residindo no lote entrevistado (1997/98)	-0.022	-0.022	-0.032	-0.048	0.137	0.111	0.206	0.196
	[0.022]	[0.025]	[0.026]	[0.027]+	[0.097]	[0.096]	[0.098]*	[0.094]*
<b>Interação rural-urbano</b>								
Pelo menos 1 filho deixou o domicílio entre 97/98 e 2004? (1 = sim / 0 = não)		-0.153	-0.199	-0.264		0.393	0.635	1081
		[0.390]	[0.390]	[0.386]		[1.526]	[1.498]	[1.353]
Pelo menos 1 filho enviou dinheiro para o domicílio em 2004? (1/0)		-0.621	-0.610	-0.647		-0.746	-1.000	-1.363
		[0.541]	[0.539]	[0.531]		[2.117]	[2.073]	[1.859]
<b>Rede social</b>								
O domicílio pertence a alguma associação ou cooperativa agrícola? (1997/98) (1/0)		-0.285	-0.443	-0.435		-0.838	1.165	1698
		[0.451]	[0.481]	[0.483]		[1.767]	[1.848]	[1.692]
<b>Integração aos mercados</b>								
Boa acessibilidade durante a estação chuvosa? (1/0)			0.531	0.527			-2166	-1.829
			[0.415]	[0.409]			[1.597]	[1.432]
Proporção da produção agrícola do lote vendida (1997/98) (%)			0.001	0.000			-0.021	-0.009
			[0.005]	[0.006]			[0.021]	[0.020]
Distância ao centro urbano de Altamira (km)			-0.000	-0.000			0.000	0.000
			[0.000]	[0.000]			[0.000]*	[0.000]**
<b>Variáveis de controle</b>								
Renda domiciliar mensal total (1997/98) (R\$)				0.000				-0.001
				[0.000]				[0.001]
Usa ou já usou mão-de-obra paga (permanente ou temporária) no lote?				-0.191				-3117
				[0.457]				[1.600]+
Área do lote em mata primária (1997/98) (ha)				-0.001				-0.002
				[0.006]				[0.022]
Área do lote em pasto (1997/98) (ha)				-0.002				-0.031
				[0.006]				[0.020]
Área do lote em culturas perenes (1997/98) (ha)				-0.006				-0.037
				[0.004]				[0.015]*
Restante da área do lote (1997/98) (ha)				0.023				-0.038
				[0.020]				[0.070]
Proporção do lote em terra roxa (1997/98) (ha)				0.031				0.335
				[0.014]*				[0.049]**
Constante	0.312	0.330	0.378	1.265	7.301	9.454	5.365	10.643
	[0.746]	[0.935]	[1.301]	[1.389]	[3.354]*	[3.661]**	[5.005]	[4.864]*
Observações	301	262	262	262	301	262	262	262
R <sup>2</sup> Ajustado	0.0527	0.0644	0.0738	0.1090	0.0220	0.0291	0.0719	0.2593

+ 10% de significância; \* 5% de significância; \*\* 1% de significância.

Erros-padrão, entre colchetes, robustos à heterocedasticidade (estimador White-Huber).

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Altamira (1997, 1998 e 2005)

Nota: ANTHROPOLOGICAL CENTER FOR TRAINING AND RESEARCH ON GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE (ACT). *Amazonian deforestation and the structure of households. dados da pesquisa amostral: área de estudo de Altamira (1997, 1998, 2005). Microdados – dados cedidos, não publicados.*