

The text that follows is a REPRINT
O texto que segue é uma SEPARATA

Please cite as:

Favor citar como:

Carrero, G.C. & P.M. Fearnside. 2022.
Dinâmica de uso da terra e a
expansão de propriedades rurais
em Apuí, um hotspot do
desmatamento na
Rodovia Transamazônica. p. 329-
344. In: Fearnside, P.M. (ed.)
Destruição e Conservação da Floresta
***Amazônica*. Editora do INPA,**
Manaus. 356 p.

ISBN: 978-85-211-0193-2.

Copyright: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

The original publication is available from:
A publicação original está disponível de:

<https://bit.ly/3Bw8lnU>

<http://philip.inpa.gov.br>

Esta é uma tradução de:

Carrero, G.C. & P.M. Fearnside. 2011. Forest clearing dynamics and the expansion of land holdings in Apuí, a deforestation hotspot on Brazil's Transamazon Highway. *Ecology and Society* 16(2): art. 26. <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art26/>

CAPÍTULO 18

Dinâmica de uso da terra e a expansão de propriedades rurais em Apuí, um *hotspot* do desmatamento na Rodovia Transamazônica

Gabriel C. Carrero & Philip M. Fearnside

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Av. André Araújo, 2936 – CEP: 69.067-375, Manaus, Amazonas, Brasil.
E-mail: pmfearn@inpa.gov.br

Tradução de:

Carrero, G.C. & P.M. Fearnside. 2011. Forest clearing dynamics and the expansion of land holdings in Apuí, a deforestation hotspot on Brazil's Transamazon Highway. *Ecology and Society* 16(2): art. 26. <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art26/>

RESUMO

Apresentamos um estudo de caso em escala local no Projeto de Assentamento Rio Juma (PARJ), em Apuí, um hotspot de desmatamento na porção sul do estado do Amazonas. Analisamos o acúmulo de terras e as estratégias de uso da terra das famílias a fim de elucidar como esses fatores moldam o desmatamento na região. Mais de 76% da amostra de unidades familiares era do sul e sudeste do Brasil, e aproximadamente 72% delas migraram para as fronteiras de expansão antigas antes de chegar a Apuí. A porcentagem de propriedades com terras tituladas foi até cinco vezes menos, enquanto o acúmulo de terras foi muito maior do que o relatado para outros projetos de assentamento no Brasil. A mudança de uso da terra seguiu padrões diferentes, dependendo se o lote tinha sido obtido com 100% da cobertura florestal ou com um uso da terra herdado. Uma análise de árvores de regressão mostrou que o tamanho do rebanho bovino e a área total das propriedades nem sempre explicam a área desmatada, nem o tamanho da área desmatada necessariamente é relacionado com atividades produtivas. A ausência de renda obtida da pecuária indicou que pelo menos 30% dos casos estudados estão relacionados com a natureza especulativa da aquisição de terras e do desmatamento. A crescente consolidação de áreas maiores e mais fazendas altamente capitalizadas indicam a possibilidade de altas taxas de desmatamento no futuro, mesmo quando a rentabilidade da pecuária é questionável.

PALAVRAS-CHAVE Amazônia; pecuária; colonização; desmatamento; especulação da terra; projetos de assentamento; mudança de uso da terra; migração; LUC; LULUCF; floresta

INTRODUÇÃO

O desmatamento de florestas tropicais tem impactos diretos sobre o aquecimento global, o ciclo da água e a diversidade biológica. As causas do desmatamento tropical variam enormemente entre os diferentes países e ao longo do tempo em qualquer

localidade. Ao invés de uma única variável-chave impactar a mudança da cobertura florestal, sinergias múltiplas entre causas proximais e subjacentes explicam melhor a perda de florestas tropicais ao redor do mundo (Geist & Lambin, 2001, 2002). Na Indonésia, por exemplo, as forças de desmatamento foram dominadas por movimentos de pequenos agricultores - transmigração (Fearnside, 1997), seguidas pela exploração de madeira (Osgood, 1994), e, mais recentemente, as plantações de dendê (Koh & Wilcove, 2008; Koh & Ghazoul, 2010). Nos Camarões, as estradas são o vetor essencial. Seu efeito atua mais porque traz migrantes do que facilita a transformação da agricultura de subsistência daqueles que já habitam as áreas para a produção orientada ao mercado (Mertens & Lambin, 2000). A pesquisa domiciliar no sul dos Camarões revelou uma mudança na importância de vários vetores ao longo do tempo: o desmatamento aumentou na sequência de uma crise econômica em 1986, com fatores demográficos, principalmente a migração, sendo as forças dominantes até 1991, seguidos no período 1991-1996 pelo mercado de banana e o aumento da riqueza das famílias, com melhores estradas que reduziram o efeito inibitório da distância aos mercados (Mertens *et al.*, 2000). Na Amazônia brasileira a importância relativa de fatores, tais como subsídios do governo para grandes fazendas, a especulação de terras, e o assentamento de pequenos agricultores têm variado ao longo do tempo (Fearnside, 2005). Diferenças de atores e as diferenças espaciais em fatores físicos e econômicos também resultam em heterogeneidade intrarregional nos padrões de desmatamento (Fearnside, 1986^a; Brondízio *et al.*, 2002; Aguiar *et al.*, 2007).

Lambin (1994, 1997) e Kaimowitz & Angelsen (1998) revisaram mais de 150 modelos econômicos de desmatamento tropical, e criticam estudos trans-nacionais pela má qualidade dos dados utilizados, entre outros problemas (ver Fearnside, 1996). Eles também enfatizam a grande variedade de vetores de desmatamento em lugares diferentes e a necessidade de mais investigação no nível local. Kaimowitz e Angelsen (1998:

5) concluem que os mercados de terras são uma das grandes dúvidas “...que só pode ser resolvida por futuras pesquisas”. Eles concluem que “a pesquisa provavelmente será mais produtiva se concentrar no nível da família e regional, em vez de estudos nacionais e global”. O presente estudo contribui para preencher esta necessidade em um foco (*hotspot*) do desmatamento no Brasil.

Na Amazônia brasileira, as causas subjacentes são uma combinação de políticas de colonização e agrícola promovida pela migração de camponeses sem terra e fortes subsídios para os empresários iniciar a atividade pecuária (Mahar, 1979, 1989). As maiores áreas desmatadas estão no “arco do desmatamento”, uma área em forma de lua crescente ao longo das bordas sul e leste da floresta amazônica. A colonização foi frequentemente realizada por agricultores familiares do sul e nordeste do Brasil, que foram posteriormente substituídos por grandes fazendas (Fearnside, 1986b, 1987). Recentemente, o desmatamento tem se expandido a partir do arco do desmatamento em direção ao centro da Amazônia (Laurance, 2000; Fearnside & Graça, 2006), principalmente no sul do estado do Amazonas e sul de Roraima (Sawyer, 2001).

O movimento da população significa o movimento de investimentos, um fator crucial que influencia as decisões domésticas. Áreas de projetos de assentamento e garimpos funcionam como “pólos” que resultam da migração intrarregional (Ozório de Almeida & Campari, 1995; Campari, 2002; Perz, 2002). Projetos de assentamento representam cerca de 15% do desmatamento total da Amazônia Brasileira (Brandão & Souza, 2006). A tendência de famílias acumular terras continuamente nas fronteiras de expansão (Hecht, 1993; Campari, 2002) sugere que os atores desempenham papéis diferentes na mudança da paisagem ao longo do tempo. A atividade pecuária em áreas de assentamento incorpora mais terras, geralmente através de compra de propriedades adjacentes para formar uma fazenda contínua (Aldrich *et al.*, 2006; Caldas *et al.*, 2007).

Os padrões de estratégias de uso da terra no acúmulo de terras nas fronteiras de

expansão ainda precisam ser compreendidos melhor. No entanto, existe informação sobre a relação entre o desmatamento, o tamanho da área e o tamanho do rebanho em tais áreas. Geralmente há uma correlação positiva entre tamanho da propriedade e do número de cabeças de gado (Downing *et al.*, 1992; Kaimowitz, 1996; Ludewigs *et al.*, 2009), como também entre o número de cabeças e a disponibilidade de crédito rural (Moran, 1981; Hecht, 1993). As áreas com solos mais férteis têm uma produção mais diversificada e são mais resistentes a trocar de proprietários (Moran *et al.* 2005). Desmatamento em áreas com solos inférteis e alta pluviosidade diminuem de forma assintomática na Amazônia em áreas com níveis de precipitação anual acima de 1800 mm, mesmo na presença de uma estrada (Chomitz & Thomas, 2001).

O papel especulativo de terras que atraiu empresários à Amazônia foi importante na década de 1970 e ainda é mantido hoje, em certa medida (Fearnside, 2008). Isso significa que a pecuária tem uma dinâmica que pode ser parcialmente independente de produtividade (Hecht *et al.*, 1988), que fortemente moldou a paisagem e a acumulação de terra no estado de Rondônia entre 1973-1986 (ver Mahar, 1979, 1989; Binswanger, 1991). A especulação de terras tem sido menos rentável, já que a inflação foi reduzida em 1994 com as reformas econômicas do “Plano Real”, e a criação de gado nem sempre é rentável em fronteiras de expansão. Em geral, as taxas de retorno anual na Amazônia variam entre 3 e 15% (Schneider *et al.*, 2000; Arima *et al.*, 2005). No entanto, taxas negativas de retorno foram relatadas em Apuí quando apenas as receitas de gado são consideradas, sem acrescentar as receitas da exploração madeireira e do aumento do valor da terra (Razera, 2005).

A expansão de pastagens em Apuí ainda ocorre mesmo em uma área onde os retornos econômicos são limitados pelo excesso de chuvas e baixa fertilidade do solo, entre outras características. O caso de Apuí oferece a oportunidade de, ao mesmo tempo, analisar a dinâmica temporal do desmatamento, os agentes e fatores sócioeconômicos específicos da região, e fatores que são gerais para a Amazônia. Esses fatores incluem a

movimentação anterior dos atores através de uma sucessão de fronteiras agrícolas em expansão antes de chegar a Apuí, suas estratégias para a geração de renda e a forma como eles contribuem para moldar a cobertura vegetal nessa fronteira. Atentamos para evidências baseadas no uso da terra de unidades familiares que poderiam elucidar como suas estratégias estão moldando o desmatamento, considerando as forças subjacentes em Apuí. Optamos por utilizar uma abordagem que pode representar os padrões dessas famílias em relação ao uso e ao acúmulo de terra e o desmatamento. Nossa hipótese é que o acúmulo de terras e a expansão de pastagens usando os investimentos de outras fontes estão impulsionando o desmatamento em Apuí. O artigo procura abordar a questão da importância relativa de diferentes fatores na evolução do desmatamento em Apuí, incluindo características de unidades familiares e da especulação de terras.

MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo compreende o Projeto de Assentamento Rio Juma (PARJ), juntamente com algumas propriedades vizinhas, no município de Apuí que está localizado no sudeste do Amazonas (7,20°S. Latitude, 59,89° W Longitude.) ao longo de um trecho de 110 km da rodovia Transamazônica (BR-230; Fig. 1). Esta rodovia liga Apuí à cidade de Humaitá, situada a 400 km a oeste no Rio Madeira, e a Jacareacanga, a 300 km ao leste a 400 km no estado do Pará. A rodovia AM-174 liga Apuí a Novo Aripuanã, 290 km ao norte. Uma extensa rede de rios navegáveis irriga Apuí apenas na época das cheias, ou cerca de seis meses do ano (Amazonas, SDS, 2009). As estradas são quase intransitáveis no período de chuvas (dezembro-abril), o que torna difícil e caro para transportar os produtos da agricultura ou pecuária das propriedades rurais, quer para a cidade de Apuí ou para mercados mais distantes.

A expansão das estradas e da agropecuária começou no início de 1970 quando a Transamazônica foi construída. Em 1982, o

PARJ foi criado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). A cidade de Apuí está localizada dentro do PARJ. O PARJ apresenta um bloco de cerca de 5.240 lotes com uma área total de 444.000 ha (Fig. 1), incluindo áreas de florestas remanescentes e as propriedades que foram tituladas antes da criação do PARJ. A área de estudo é composta por 108 estradas de acesso (“estradas vicinais”) com uma extensão de aproximadamente 1200 km com diferentes graus de trafegabilidade (Brasil, INCRA, 2006). Há também estradas abertas para exploração madeireira, os “carreadores”, que foram abertos pelos proprietários ou por madeireiros.

Apuí apresenta altitude média de 135 m acima do nível do mar, com relevo plano a moderadamente ondulado (Brasil, Projeto RADAMBRASIL, 1978). A precipitação anual está entre 2200-2800 mm e a temperatura média anual é de 26°C. O clima é classificado como tropical de monções (Köppen, 1948). O tipo de solo predominante é Latossolo Vermelho-Amarelo na classificação brasileira, um Argissolo (Aber & Melillo, 1991; EMBRAPA, 2006).

Apuí passou por um processo de crescimento da população associado ao aumento do desmatamento e à expansão da pecuária. A população triplicou do início dos anos 1990 a 2007, quando seu total ultrapassou 17 mil habitantes. As percentagens da população urbana (41,6%) e população rural (58,4%) mantiveram-se praticamente constantes ao longo do período 1991-2000 (Brasil, IBGE, 2007). Aproximadamente 90% da área produtiva de Apuí é ocupada por pastagens (Amazonas, IDAM, 2008). A área desmatada acumulada entre 1990 e 2009 quadruplicou, totalizando 167.670 ha (Brasil, INPE, 2009) com um rebanho de 139.000 cabeças (Brasil, IBGE, 2010). Apuí foi o município com maior desmatamento anual no estado do Amazonas em 2008 e 2009, totalizando 7.100 e 6.460 ha, respectivamente (Brasil, INPE 2009).

Coleta e análise de dados

A amostra aleatória foi obtida a partir do conjunto de lotes com desmatamento em 2008 (n = 4.023) (Carrero, 2009). A amostra foi

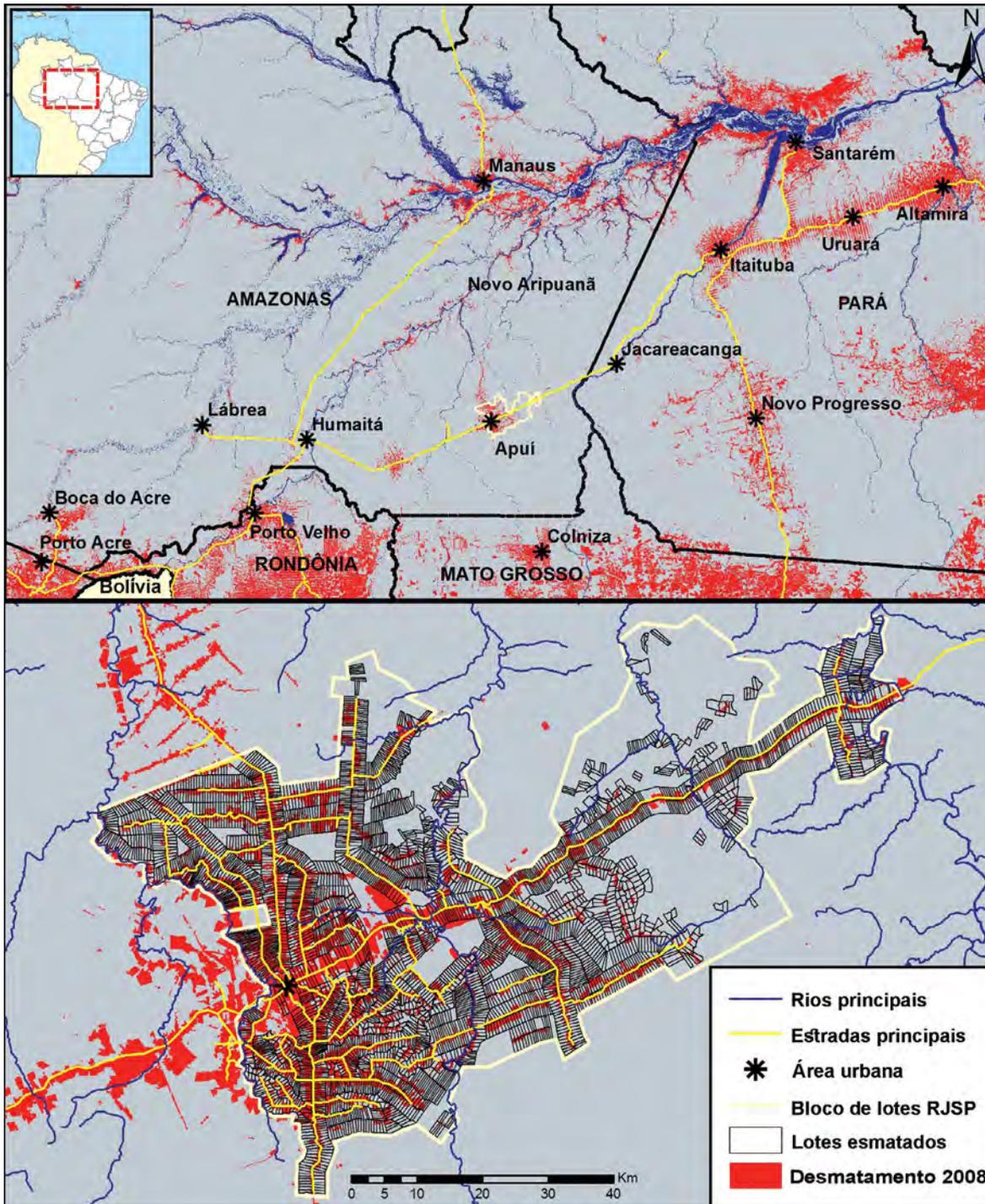


Figura 1. Localização de Apuí na região amazônica; área de estudo com os lotes com desmatamento do Projeto de Assentamento Rio Juma e arredores.

separada em oito coortes representativas de períodos de ocupação dos lotes desde a criação do PARJ em 1982. Foi considerada a frequência de lotes em cada coorte (n_i) proporcionalmente ao número total de lotes. Utilizamos essa proporção para selecionar um número de lotes de cada coorte. A amostra, portanto, tem o intuito de representar a proporção de

lotes ocupados em cada período, bem como o espectro da área total de propriedades rurais entre as famílias. Uma entrevista foi agendada com a pessoa responsável pela família proprietária do lote. Um total de 83 famílias foram entrevistadas em 78 dias de coleta de dados no segundo semestre de 2008. Um questionário semiestruturado foi adaptado de um utilizado

pelo Centro Antropológico para Treinamento e Pesquisa em Mudanças Ambientais Globais (Indiana University, Bloomington, Indiana, E.U.A.). Também foram coletados mapas de uso da terra seguindo o método descrito em D'Antona *et al.* (2008).

A entrevista continha informações sobre a origem e a migração, o acúmulo de lotes, a economia e a estrutura familiar, e sobre as características da infraestrutura e do uso da terra nas propriedades rurais. As informações coletadas permitem uma análise sobre a posse da terra e a mudança no uso da terra nos lotes, tamanho do rebanho bovino, mão de obra e renda. Para cada família foram contabilizadas

todas as propriedades rurais dentro do PARJ e quaisquer outras propriedades localizadas até 115 km da cidade de Apuí. Este critério foi usado para controlar o efeito da distância (transporte) e as limitações nas respostas diferentes a respeito do uso produtivo das propriedades da unidade familiar. A amostra foi composta por 83 famílias obtidas de 83 lotes sorteados. Nota-se que alguns proprietários residem em seus lotes e obtêm renda somente da produção, enquanto outros residem na cidade e realizam outras atividades econômicas, como por exemplo, comércio, cargos públicos, etc., e vice-versa. O esforço para encontrar as famílias dos lotes sorteados é necessário para representar a gama de estratégias de ocupação e acúmulo de terras, de uso da terra e de consolidação das propriedades rurais.

Foi utilizado o método de Árvores de Regressão (Breiman *et al.*, 1984), considerando uma ampla gama de variáveis independentes (Tabela 1). Este método é adequado para explorar as relações complexas entre os dados. O método aceita valores faltantes e estima um valor substituto potencial (Therneau *et al.*, 2009). A árvore de regressão é construída continuamente dividindo a amostra com base em uma única variável dependente e, também, lista alternativas ou variáveis concorrentes para a variável independente eleita (De'ath & Fabricius, 2000). Nós usamos a soma dos quadrados, equivalente aos modelos lineares dos mínimos quadrados. Usamos a regra "1 - SE" para selecionar o tamanho da árvore pela validação cruzada, onde o "SE" é o erro padrão (Breiman *et al.*, 1984). Isso foi feito usando o pacote "mvpart" no programa estatístico R v.2.6.2 (R Core Team Development, 2008).

Testamos 20 variáveis que refletem fatores socioeconômicos para explicar a área total desmatada por unidade familiar. A variável resposta foi transformada em \log_{10} e teve distribuição normal (Shapiro-Wilk: $W = \log_{10} 0,98$, $p > 0,47$). Estes valores são apresentados em hectares nas figuras e tabelas sobre as folhas da árvore de regressão.

Entre as variáveis espaciais estão o local de residência, a origem geográfica, a área total das propriedades, a floresta remanescente

Tabela 1. Lista das variáveis utilizadas na análise de árvore de regressão com os valores máximos e mínimos obtidos da amostra.

Variável	Carater†	Tipo‡	Valores
Dependente			
Desmatamento total (\log_{10})	Esp	N	9,42 - 1.300,00 (0,45 - 3,11)
Independente			
Área total	Esp	N	24,57 - 4.831,02
Residência	Esp	C	urbana, rural
Região de origem	Esp	C	sul, sudeste, centro-oeste, norte, nordeste
Pasto sujo	Esp	N	0 - 1
Pasto limpo	Esp	N	0 - 1
Vegetação Secundária	Esp	N	0 - 1
Derrubada	Esp	N	0 - 0,83
Culturas (anuais/perenes/consórcios)	Esp	N	0 - 0,52
Floresta remanescente	Esp	C	1 (80-92%); 2, (50-80%), 3(20-50%), 4(<20%)
Despesa anual por pessoa	Ec	N	R\$240 - 19.320
Riqueza§	Ec	C	1, 2, 3 e 4.
Atividade principal	Ec	C	agropecuária, comércio, emprego urbano, sem ocupação
Tempo permanência	Temp	N	1 - 29
Cabeças gado por propriedade	Fis	N	0 - 1.600
Cabeças gado por família	Fis	N	0 - 1.700
Infra-estrutura pecuária	Fis	N	0 - 61
Mão de obra familiar	Fis	N	0 - 7
Mão de obra contratada	Fis	N	0 - 6
Mão de obra permanente	Fis	N	0 - 6
Mão de obra para fora	Fis	N	0 - 1

† Esp = espacial, Ec = econômico, Fis = física e Temp = temporal.

‡ C = categórica, N = numérica

§ Riqueza: classes baseadas nos bens acumulados: 1-não tem fogão a gás, geladeira ou TV; 2- tem pelo menos fogão, geladeira ou TV; 3- tem veículo (moto, carro, caminhão ou caminhonete) e pelo menos um dos bens citados acima; 4- tem dois ou mais veículos e pelo menos um dos bens citados acima.

e a proporção de áreas de cada uso da terra: pasto “sujo”, pasto “limpo”, as áreas derrubadas, vegetação secundária, e as culturas (anuais, perenes, ou consórcios de anuais e perenes). Para diferenciar pasto “sujo”, ou seja, pasto com invasão de vegetação secundária lenhosa, de vegetação secundária, foi perguntando primeiro sobre a área total de pastagem e, então, pediu para estimar a proporção nesta área entre as categorias “limpo” e “sujo”. Depois, o proprietário do lote ou gerente foi questionado sobre a área de vegetação secundária. O tempo de permanência desde a aquisição da primeira propriedade atual foi usado como uma variável temporal. As variáveis físicas foram: o número de pessoas que trabalham nas propriedades como mão de obra familiar, o trabalho permanente e diárias de trabalho, infraestrutura para pecuária, o número de cabeças de gado na propriedade e da unidade familiar. A infraestrutura da pecuária foi obtida a partir da soma do número de currais (peso 2), saleiros (peso 1), cochos (peso 0,5) e piquetes (peso 1). A mão de obra para fora consiste na proporção dos dias do ano que os membros da família trabalham para propriedades de terceiros. Variáveis econômicas foram: despesas anuais por pessoa (alimentação, saúde, educação, transporte, vestuário, lazer, etc.), atividade principal e um índice de riqueza ou bens acumulados.

RESULTADOS

Migração, posse da terra e expansão de propriedades rurais

Aproximadamente 77% das unidades familiares eram do sul e sudeste do Brasil (43,9% e 32,9%, respectivamente), enquanto os 23% restantes eram famílias das regiões centro-oeste (7,3%), Nordeste (7,3%) e Norte (8,5%) (Tabela 2). Enquanto 25 famílias (27,8%) migraram diretamente para Apuí de sua região de origem, 22 (24,4%) se mudaram para a região centro-oeste e depois para Apuí. Antes de se mudar para Apuí, 37 famílias (41,1%) residiam em Rondônia e seis (6,7%) da região sul residiam no Paraguai.

Um total de 83 famílias foram registradas na posse de 370 propriedades rurais. Dessas

propriedades, 37 foram excluídas do conjunto de dados com base no limiar de corte de 115 km do centro de Apuí. O tempo médio de moradia em Apuí foi de 16 anos, e a área total média em posse das unidades familiares foi 345,5 ha, variando entre 25 e 4.831 ha. A área das propriedades de uma família geralmente representa um conjunto de lotes adjacentes na PARJ (Fig. 2). O número de propriedades por família variou bastante, com 17 tendo apenas um lote, 40 tendo 2 a 5 propriedades, 16 outras entre seis e dez propriedades, quatro famílias que tinham entre 11 e 20 propriedades e uma declarando-se como proprietária de 38 lotes adjacentes, divididos entre avô, filhos e netos (Fig. 3). Não houve correlação entre o número de propriedades ou a área total e o número de pessoas da unidade familiar. O número médio foi de 3,6 pessoas por família, com uma razão sexual de 1,36 homens para cada mulher.

Das 370 propriedades em posse/administração de 83 unidades familiares, elas se auto-declararam proprietárias de 338 (91,4%). As outras propriedades eram geralmente de posse de parentes que residem em Rondônia, no sul do Brasil, ou no exterior e que enviam dinheiro para a aquisição e consolidação dessas propriedades. Os proprietários têm contratos de compra e venda para 33,8% sem valor legal, nenhum documento para 30,1% e o nome de uma pessoa da unidade familiares inscrito no INCRA para 16% das propriedades. Apenas 10,3% reportaram ter o título definitivo expedido pelo INCRA e devidamente quitado, 7,3% terem título definitivo com procuração em seu nome e 2,6% estar em processo de regularização dele. Um total

	Origem		Migração	
	Frequência	(%)	Frequência	(%)
CO [†]	6	7,3	Origem>Apuí	25 27,8
NE [‡]	6	7,3	Origem>CO>Apuí	22 24,4
N [§]	7	8,5	Origem>Rondônia>Apuí	37 41,1
S	36	43,9	S>Paraguai>Apuí	6 6,7
SE [¶]	27	32,9		

[†]Centro Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul).

[‡]Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe).

[§]Norte (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins).

^{||}Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina).

[¶]Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo).

Tabela 2. Características das unidades familiares (n=83), (a) – região de origem e (b) migração.

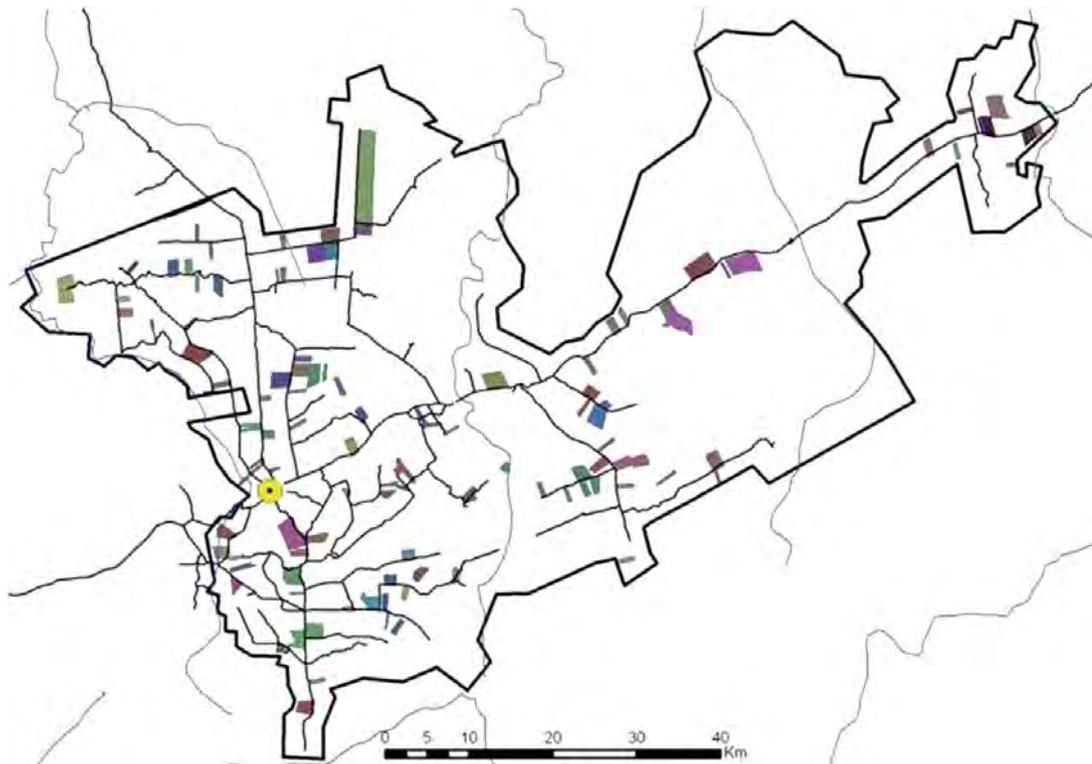


Figura 2. Grupo de propriedades rurais da amostra dentro do PARJ. Cores diferentes representam cada uma das unidades familiares.

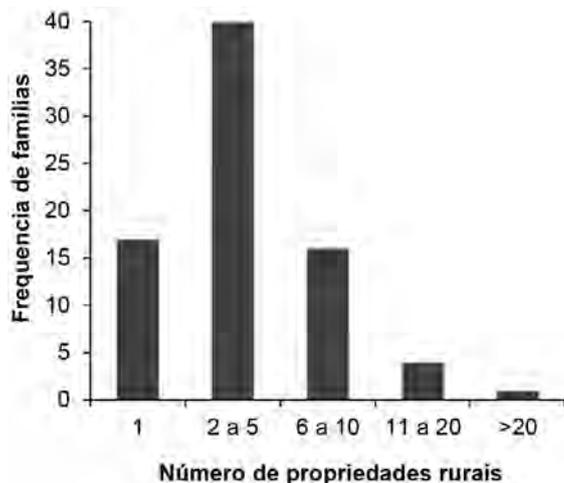


Figura 3. Número de propriedades rurais acumuladas por família.

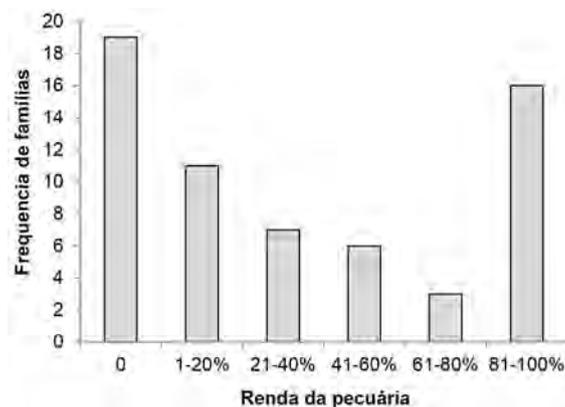


Figura 4. Porcentagem de renda obtida da pecuária das famílias que tem a atividade como sua atividade principal (n = 62).

de 77% das propriedades houve uma troca de proprietários, sendo que a taxa média de troca (*turnover*), foi de 1,32 (n = 310) para as propriedades estudadas, variando de 0 a 6.

Das unidades familiares amostradas, 70 (84,3%) possuíam cabeças de gado, com 97,5% destas possuindo gado em seus lotes. 62 famílias (75%) afirmaram que a pecuária é a sua atividade principal. No entanto, aproximadamente 30% destas declararam que não recebem qualquer lucro proveniente dessa atividade (Fig. 4). Embora 68% das famílias relataram-se como sendo produtores agrícolas antes chegar a Apuí, apenas 25 delas (30,1%) praticam a agricultura atualmente.

Um total de 57% das unidades familiares aluga pastagens a outros (32%) e de outros fazendeiros (33%), enquanto 8% realizam ambas as atividades. Uma família alugava pastagens e não tinha cabeças de gado próprias. Os grandes pecuaristas locais (> 1.000 cabeças) em geral engordam o gado, enquanto os pequenos produtores investem em rebanhos reprodutores para produzir bezerros para venda. Nenhuma das famílias amostradas utilizava insumos como fertilizantes ou calcário ou realizava qualquer tipo

de preparo do solo em suas pastagens. Em 31% dos casos pelo menos uma pessoa da unidade familiar trabalhava para outros proprietários por diárias ou por empreita, absorvendo uma média de 24% da oferta total de mão de obra das unidades familiares. Dentre esses trabalhadores, 65% foram contratados para roçar a vegetação secundária que invade as pastagens, 50% para construir cercas, e 19% para derrubar a floresta.

Padrões de desmatamento e uso da terra

Propriedades podem ser separadas em dois tipos: aquelas adquiridas com 100% de cobertura florestal e aquelas que já estavam parcialmente derrubadas quando compradas, e o atual proprietário, portanto, “herdando” cobertura vegetal (Fig. 5). No momento da nossa pesquisa, os lotes comprados com 100% de cobertura florestal tinham desmatado uma área total média de 31,1%, dividida quase que igualmente entre pasto “sujo” (14,3%) e pasto “limpo” (14,2%). Lotes parcialmente abertos quando adquiridos tinham um tempo médio de ocupação pelo proprietário atual de 2,2 anos menor do que os lotes que foram comprados com a 100% de floresta. Lotes com uso da terra herdados sofreram desmatamento a uma taxa quase três vezes menor (12,6%) do que lotes com cobertura florestal de 100%. Lotes parcialmente derrubados antes da compra continham uma maior proporção

de pasto “sujo” (11,2%) do que “limpo” (8,3%), e uma proporção considerável de vegetação secundária (6,5%).

A árvore de regressão explicou 84,1% da variação na área desmatada das famílias (Fig. 6). O tamanho do rebanho na propriedade definiu a primeira divisão da árvore e explicou 51,8% da variação. A área total da unidade familiar foi responsável pela segunda e terceira divisões. A segunda divisão adicionou 13,1% à explicação do desmatamento, enquanto a terceira divisão outros 10,7%. A validação cruzada garantiu a inclusão das duas últimas folhas da árvore, reduzindo ainda mais 7,5% o erro da árvore. Nas três primeiras folhas da árvore, com menos de 69 cabeças de gado, havia 16 famílias que não tinham gado em suas propriedades (Tabela 3). A média de 20,6 cabeças de gado na folha 3 é inferior à da folha 2 (29,3 cabeças). A folha 4 apresenta quase a mesma área desmatada da folha 3, mas tem três vezes mais cabeças de gado.

Quando as variáveis eram “área total” ou “número de cabeças de gado na propriedade”, a outra variável serviu como uma alternativa de divisão com um poder explicativo de mais de 95%, exceto na folha 1, onde o número de gado explicou apenas 41% da variação na variável que tinha sido selecionado (“área total”). Famílias da folha 1 apresentaram uma proporção considerável de culturas anuais, vegetação secundária e áreas recém derrubadas.

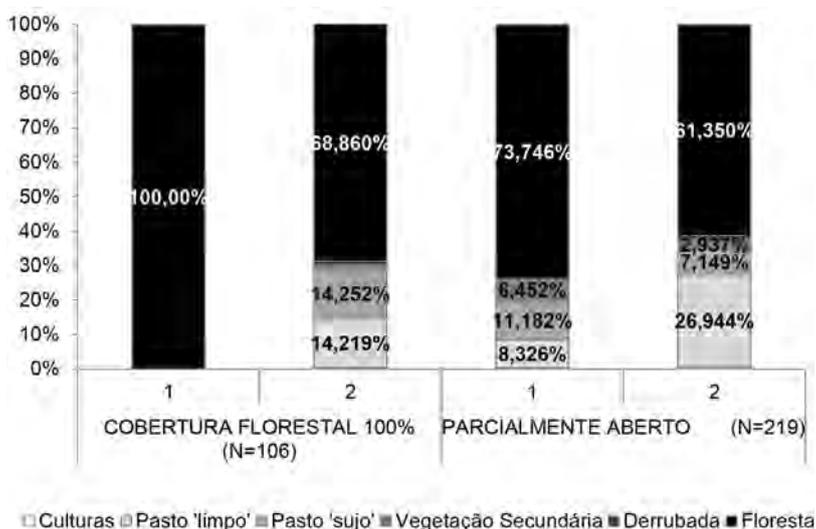


Figura 5. Porcentagens de cobertura vegetal nas propriedades de 83 unidades familiares (n=325) para dois pontos no tempo (1= no momento da aquisição ou ocupação da propriedade, 2= em 2008) agrupadas em duas classes: (a)- propriedades adquiridas com 100% de cobertura florestal [tempo médio de aquisição = 8,8 anos ((± 6,6))]; (b) – propriedades parcialmente abertas (desmatadas) quando adquiridas de proprietários anteriores [tempo médio de aquisição = 6,7 anos (± 5,6)].

Tabela 3. Folhas formadas pela análise da árvore de regressão do desmatamento e os valores médios (desvios padrão) das variáveis atuando como divisões (negrito).

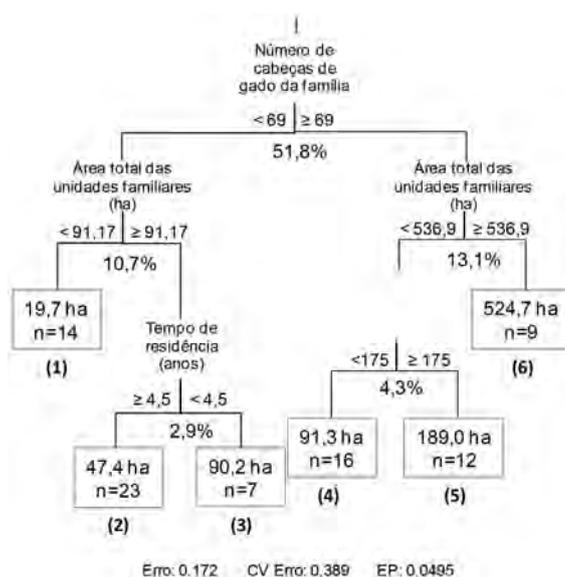
(Folha) divisões	Desmatamento (ha)	n	No. lotes	No. Cabeças	Área (ha)	Tperm (anos)
(1) <69 cab†, < 91,2 ha	19,7 (±8,1)	14	1 (±0)	4,4 (± 6,6)	66,9 (±18,5)	6,4 (±4,2)
(2) < 69 cab, >91,2ha‡, ≥ 4,5 tper	47,4 (± 18,9)	23	2,5 (±1,5)	29,3 (± 25,4)	181,5 (±102,5)	13,2 (±6,6)
(3) < 69 cab, >91,2ha, < 4,5 tper§	90,2 (± 37,4)	7	3,43 (±1,3)	20,6 (± 25,0)	244,7 (±126,1)	2,7 (±0,9)
(4) ≥69 cab, < 536,9 ha, < 175 cab	91,3 (± 30,4)	16	3,56 (±2)	110,6 (± 32,5)	247,8 (±147,9)	14 (±8,4)
(5) ≥69 cab, <536,9 ha, ≥175 cab	189,0 (± 59,0)	12	5 (±1,5)	335,7 (± 106,2)	363,1 (±85,0)	8,9 (±7,3)
(6) ≥69 cab, >536,9 ha	524,7 (± 368,0)	9	13,3 (±10,1)	485,2 (± 477,4)	1462,1 (±1362,9)	13,3 (±6,4)

†Número de cabeças de gado da família.

‡ Área total em posse da família.

§ Tempo de permanência ou residência (anos) desde a aquisição da primeira propriedade rural em Apuí.

Figura 6. Árvore de regressão com área desmatada total em 2008 como a variável dependente. Valores abaixo dos nós representam as porcentagens de redução do erro, ou quanto da variância dos dados a divisão em questão conseguiu explicar. Os valores das folhas terminais (1, 2, 3, 4, 5 e 6) representam a média da área desmatada e o número de famílias amostradas, respectivamente.



Em resumo, os resultados mostram que a pecuária está intimamente ligada tanto à quantidade de desmatamento como ao acúmulo de terras de uma unidade familiar em Apuí. Ao mesmo tempo, a renda baixa ou inexistente de venda do gado levanta questões sobre o porquê de Apuí ser um foco de desmatamento e porque o gado desempenha um papel tão central.

DISCUSSÃO

Origem da população e migração

A predominância de migrantes das regiões sul e sudeste do Brasil mostra que as preferências e atitudes são diferentes em relação ao acúmulo de terras. Ao contrário dos imigrantes predominantemente do Maranhão nas fronteiras do sul do Pará (Fearnside, 2001) e no sul de Roraima, os migrantes do sul do Brasil tendem

a ser mais direcionados ao crescimento econômico, geralmente associado às experiências anteriores com crédito rural e capital (Moran, 1981). Essas diferenças nos padrões de comportamento são relevantes à luz da concentração de terras em Apuí comparada a outros locais na Amazônia. De 1.393 municípios do Brasil com taxas líquidas positivas de imigração e de criação de empregos ao longo do período 1995-2000 (Matos, 2007), Apuí é o 34º, uma das regiões para onde têm imigrado as famílias que viveram em Rondônia. Outra fonte de desmatamento são fazendeiros capitalizados que migraram diretamente do sul do Brasil e do Paraguai entre 1999 e 2005. Nós identificamos 58 famílias que vieram para Apuí depois de viver no Paraguai. Recentemente, tem havido imigração de agricultores sem-terra vindos de áreas vizinhas, como o município de Colniza, no Mato Grosso e o município de Novo Progresso no sul do Pará. Estes agricultores sem-terra podem vir por conta própria ou a trabalho para fazendeiros capitalizados para abrir as áreas de floresta. Os moradores antigos de Apuí alegam que esses novos migrantes são responsáveis pela maioria do desmatamento ocorrendo atualmente.

Estrutura familiar

O número médio de pessoas e a composição sexual das unidades familiares da amostra corroboram estudos mais detalhados sobre a influência da estrutura familiar sobre o desmatamento e o uso da terra nas fronteiras da Amazônia (Walker & Homma, 1996; Marquette, 1998, McCracken *et al.*, 1999, 2002; Perz, 2001). A média de 3,6 pessoas por domicílio encontrada neste estudo é baixa em comparação com 6,6 encontrado por Marquette

(1998) e 7,3 por Perz (2001) para a Amazônia equatorial e Uruará, no estado do Pará, respectivamente. No entanto, esses estudos não demonstraram que a composição familiar tem efeito significativo na mudança da cobertura da terra (ver VanWey *et al.*, 2007). A importância do número de pessoas por unidade familiar parece diminuir quando usam mão de obra contratada para as derrubadas. Ainda assim, a pecuária é dependente do trabalho do sexo masculino (Marquette, 1998; Perz, 2001), com o número de homens adultos em geral positivamente correlacionado com a área desmatada (por exemplo, Godoy *et al.*, 1998, Sydenstricker-Neto 2004), fator confirmado pela razão sexual média de 1,36.

Posse e acúmulo de terras

Ludewigs *et al.* (2009) encontraram 93,6% das propriedades tituladas em Porto Acre (Acre), 53,2% em Santarém (Pará) e 69,9% em Altamira (Pará); estas percentagens são de três a cinco vezes maiores do que o percentual em Apuí (17,6%). Muitas propriedades em Apuí não são tituladas por uma variedade de razões. Uma parte é devido à capacidade limitada do INCRA para supervisionar, inspecionar e emitir títulos de terras na região. Outras razões incluem a incapacidade dos ocupantes de pagar as prestações anuais necessárias para a compra do lote; a mudança de proprietários de um determinado lote que bloqueia a emissão de títulos de terra por causa de dívidas hipotecárias; e pessoas que já possuem um lote reivindicando outros, o que é inelegível perante a lei.

A compra e venda de lotes ocorre mesmo na ausência de título da terra, porque as vendas são feitas do «direito de posse» compensando, teoricamente, o vendedor das benfeitorias realizadas. A frequente ausência de títulos de terras favorece muito uma mudança de proprietário dos lotes e o acúmulo de terras. No assentamento em Uruará (Pará) em 1996, 18,9% das unidades familiares ($n = 132$) tinham mais de um lote com o máximo observado sendo cinco lotes (Caldas *et al.*, 2007). No mesmo assentamento, em 2002, Aldrich *et al.* (2006) constataram que 27,6% ($n = 125$) tinham mais de dois lotes, com o maior proprietário tendo sete lotes. Em nossa amostra

em Apuí ($n = 78$) 78,2% das famílias possuíam dois lotes ou mais com 27% (21 famílias) possuindo seis lotes ou mais. Num total de 77% dos lotes da amostra houve a mudança de proprietário, percentual semelhante ao encontrado em assentamentos em Porto Acre (65%), Santarém (74%) e Altamira (76%), embora a área total média possuída por unidade familiar em Apuí foi, respectivamente, 3,7, 2,5 e 1,6 vezes maior do que as médias nestes outros assentamentos (Ludewigs *et al.*, 2009).

O isolamento geográfico e as péssimas condições de acesso também resultam em uma baixa frequência de fiscalização e licenciamento ambiental, e a ineficiência dos serviços prestados pelas agências do governo torna inviável o manejo florestal sustentável. Os escritórios mais próximos dos órgãos ambientais estão em Humaitá (400 km por estrada) ou em Manaus (500 km em linha reta, mas sem acesso por estrada). Apuí é um município localizado na extremidade do arco do desmatamento e fica evidente a necessidade de maior governança.

Especulação de terras e desmatamento

O tamanho do rebanho bovino e a área total de propriedades rurais foram as variáveis mais significativas explicando as causas proximais do desmatamento. No entanto, quando analisamos o uso da terra e as características de cobertura vegetal das propriedades rurais dos grupos gerados pela análise de árvores de regressão, alguns padrões podem desvendar estratégias que denotam a especulação de terras. O preço da terra subiu rapidamente em Apuí, com a chegada de agricultores capitalizados do Paraguai, Rondônia, e sul do Brasil a partir de 1995, inflando o valor da terra (Portal Apuí, 2008). A alta taxa de abandono de lotes contribuiu para o acúmulo de terras como outros colonos na região adquiriram as terras a preços simbólicos, ou quando estes lotes foram comprados por fazendeiros recém-chegados altamente capitalizados. A venda da madeira também contribuiu para a especulação. Madeireiras e serrarias têm aumentado a sua contribuição na economia do município, com nove serrarias operando em 2010 em comparação a apenas quatro em 2004 (Razera, 2005).

A proporção de gado em relação à área total de pastagem indica que, embora quase todos os colonos possuam gado, em alguns casos isso não representa uma fonte primária de renda. A análise dos resultados indica que há uma tendência das famílias em não confiar exclusivamente na rentabilidade da pecuária de seus lotes, ao invés disso, as propriedades funcionam como oportunidades de investimento que dirigem a especulação de terras. Esse fato foi confirmado por 30,6% das unidades familiares que tinham a pecuária como sua atividade principal, porém sem obtenção de renda. O capital proveniente de outras fontes está sendo investido no rebanho e/ou no acúmulo de terras, apesar da falta de rentabilidade demonstrada da pecuária. O influxo de capital para compra de terras alimenta o aumento dos preços da terra, criando uma retroalimentação positiva entre a especulação de terras e o desmatamento que impulsiona a expansão das pastagens. Este ciclo especulativo fornece a explicação para o que de outra forma seria um verdadeiro enigma: a expansão das pastagens, apesar de retornos financeiros baixíssimos. Apesar de grandes fazendeiros já serem bem conhecidos por trazer recursos externos para investir nessas atividades (Walker *et al.*, 2000), esta tendência foi observada até mesmo em pequenos e médios proprietários rurais de Apuí.

Geração de renda e investimento na destruição da floresta

O acúmulo de terras com base na expansão da pecuária sobre a floresta primária parece ser impulsionado por recursos externos, mesmo quando as famílias tenham atividades próprias ou fornecem mão-de-obra para outras propriedades. Adicionalmente à venda da madeira (Razera, 2005), as mulheres, em particular, podem trazer dinheiro de fontes urbanas para a família, que é investido na propriedade (Marquette, 1998; VanWey *et al.*, 2007). O município de Apuí foi classificado em 22º entre 5.507 municípios do Brasil durante o período de 1995 a 2000 em termos da taxa de aumento do emprego formal, ou seja, com carteira assinada (Matos, 2007). O garimpo de ouro também foi relatado como fonte de renda para investimento na agricultura

e pecuária em Apuí, como também tem sido o caso em outras áreas de assentamento (MacMillan, 1995; Phillips, 2007).

O corte de vegetação secundária contribui para reduzir a taxa de desmatamento, absorvendo os recursos financeiros dos recém-chegados por um tempo. No entanto, altas taxas de desmatamento continuarão a ocorrer e provavelmente irão aumentar quando áreas de floresta secundária forem significativamente reduzidas e apenas restarem florestas primárias, assumindo que capital externo e mão de obra estejam disponíveis (Walker *et al.*, 2000). No monitoramento mensal de grandes incrementos em derrubadas (> 25 ha), utilizando imagens MODIS de 250 m de resolução, o PARJ figurou sete vezes entre os três assentamentos com as maiores taxas de desmatamento em toda a Amazônia brasileira entre maio de 2008 e maio de 2010, e foi duas vezes o «campeão» na primeira posição, com taxas de até 2,5 mil ha em um único mês (Souza *et al.*, 2009; Hayashi *et al.*, 2010). O uso da terra predominante em Apuí é a pecuária extensiva baseada na expansão de áreas de pastagens, com a expectativa de que a terra aumente de valor. O resultado é a propagação contínua da atividade destrutiva da floresta, mesmo durante um período em que as taxas de desmatamento total na Amazônia têm reduzido (Brasil, INPE, 2009).

Esforços para chegar a generalizações globais sobre as causas de desmatamento muitas vezes passam longe da realidade quando se olha para um caso específico. Por exemplo, a visão de que a maior parte do desmatamento tropical está sendo causado por famílias pobres que realizam a agricultura de pousio (Myers, 1980, 1994) não se encaixa bem no Brasil, onde a maioria do desmatamento é o trabalho dos fazendeiros mais ricos (Fearnside, 2005). Dentro da Amazônia brasileira, a porção oriental da região tem a pecuária que é pelo menos moderadamente rentável para a produção de carne bovina em áreas com acesso rodoviário adequado (Mattos & Uhl, 1994; Mertens *et al.*, 2002; Margulis, 2004), fornecendo vetores econômicos além dos identificados em nosso estudo em Apuí. Mesmo em uma área relativamente limitada, como o município de Apuí (54.251 km², uma área maior que a

Costa Rica), diversos agentes se comportam de maneiras diferentes.

CONCLUSÃO

A migração para Apuí é dominada por famílias originárias do sul e sudeste do Brasil que viveram em fronteiras de expansão mais antigas nas regiões centro-oeste ou norte. O baixo nível de titulação de terras e a baixa governança parecem ser os principais fatores que contribuem para o acúmulo de terras que ocorreu mais rapidamente em Apuí do que em outras áreas de assentamento na Amazônia. A pecuária facilita o acúmulo de terras e a sua consolidação em fazendas maiores. O comportamento do desmatamento e o uso da terra dependem da cobertura vegetal presente quando uma propriedade é adquirida. A compra de lotes e a expansão e consolidação da pecuária em Apuí não parecem estar ligadas à sua rentabilidade como fazendas de gado, mas sim a investimentos de outras fontes. Projetos de assentamento podem servir como oportunidades de investimento para os fundos de outras fontes. A inexistência de receitas da pecuária indica a natureza especulativa da aquisição de terras e desmatamento em pelo menos 30% das unidades familiares estudadas.

A crescente consolidação da terra em fazendas maiores e mais capitalizadas indica o potencial para altas taxas de desmatamento no futuro. Essas constatações apontam também o deslocamento de pequenos agricultores para outras fronteiras e a continuação do desmatamento nessas áreas. Essa complexidade das relações entre os atores envolvidos nas fronteiras do desmatamento deve ser representada em modelos de dinâmica de uso da terra para projetar o futuro curso do desmatamento na Amazônia brasileira.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos ao primeiro autor. Paulo, Ricardo, Camila, Haroldo, e Rogimário serviram como assistentes de campo. Agradecemos à Secretaria Estadual de Produção Rural

(SEPROR-AM: IDAM e CODESAV), ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), e mais de 100 moradores de Apuí pelas conversas e/ou documentos. À Fundação Amazonas Sustentável (FAS), ao programa BECA do Instituto Internacional de Educação do Brasil (IIEB) juntamente com a Fundação Moore, ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) PPI. PRJ05.57) e à CNPq (Proc. 575853/2008-5; 305880/2007-1; 573810/2008-7) que apoiaram financeiramente o estudo. Agradecemos à faz pelo empréstimo das duas motocicletas utilizadas durante o trabalho de campo. Agradecemos ao IDAM, à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS-AM), e ao Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas (IDESAM) pelo apoio logístico e por compartilhar informação. A Eduardo S. Brondízio por compartilhar a ficha de seu questionário de campo e a Fernando O. Figueiredo, Paulo M.L.A. Graça, Claudia S.M.N. Vitel, Eduardo S. Brondízio, Stephen G. Perz, dois revisores anônimos e dois editores do periódico *Ecology and Society* pelos valiosos comentários. Este é uma tradução de um artigo publicado na Revista *Ecology and Society* (Carrero & Fearnside, 2011).

REFERÊNCIAS

- Aber, J.D., & J.M. Melillo. 1991. *Terrestrial ecosystems*. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania, E.U.A.
- Aguiar, A.P.D., G. Câmara & M.I.S. Escada. 2007. Spatial statistical analysis of land-use determinants in the Brazilian Amazonia: exploring intra-regional heterogeneity. *Ecological Modelling* 209: 169-188.
- Aldrich, S.P., R.T. Walker, E.Y. Arima & M.M. Caldas. 2006. Land-cover and land-use change in the Brazilian Amazon: smallholders, ranchers, and frontier stratification. *Economic Geography* 52(3): 265-288.
- Amazonas, IDAM (Instituto de Desenvolvimento Agropecuário). 2008. *Plano operativo anual Apuí - 2008*. IDAM, Manaus, Amazonas.
- Amazonas, SDS (Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). 2009. *Zoneamento ecológico econômico: diagnóstico do Município de Apuí*. SDS, Manaus, Amazonas.
- Arima, E., P. Barreto & M. Brito. 2005. *Pecuária na Amazônia: tendências e implicações para a*

- conservação ambiental*. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), Belém, Pará.
- Binswanger, H. 1991. Brazilian policies that encourage deforestation in the Amazon. *World Development* 19(7): 821-829.
- Brandão, Jr., A. & C. Souza, Jr. 2006. Desmatamento nos assentamentos de reforma agrária na Amazônia. *O Estado da Amazônia* 7. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), Belém, Pará.
- Brasil, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2007. *Censos populacionais e agropecuários*. IBGE, Rio de Janeiro, RJ. <http://www.ibge.gov.br>
- Brasil, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2010. *IBGE cidades: Apuí-AM*. IBGE, Rio de Janeiro, RJ. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>
- Brasil, INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). 2006. *Levantamento da distribuição espacial das "ocupações" nos lotes dos Projetos de Assentamento Rio Juma e Acari*. Superintendência Regional do Amazonas (SR-15), INCRA, Manaus, Amazonas.
- Brasil, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2009. *Projeto Prodes: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite*. INPE, São José dos Campos, São Paulo. <http://www.obt.inpe.br/prodes/>
- Brasil, Projeto RADAMBRASIL. 1978. *Folha no. SB 20 Purus: geologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro, RJ.
- Breiman, L., J.H. Friedman, R.A. Olshen & C.G. Stone. 1984. *Classification and regression trees*. Wadsworth International Group, Belmont, California, E.U.A.
- Brondízio, E.S., S. D. McCracken, E.F. Moran, A. D. Siqueira, D. R. Nelson & C. Rodriguez-Pedraza. 2002. The colonist footprint: toward a conceptual framework of land use and deforestation trajectories among small farmers in the Amazonian frontier. p. 133-161 In: C. H. Wood & R. Porro (Eds.). *Deforestation and land use in the Amazon*. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.
- Caldas, M.M., R.T. Walker, E. Arima, S.G. Perz, S. Aldrich & C. Simmons. 2007. Theorizing land cover and land use change: the peasant economy of Amazonian deforestation. *Annals of the Association of American Geographers* 97(1): 86-110.
- Campari, J.S. 2002. *Challenging the turnover hypothesis of Amazon deforestation: evidence from Colonization Projects in Brazil*. Tese de doutorado. University of Texas, Austin, Texas, E.U.A.
- Carrero, G.C. 2009. *Dinâmica do desmatamento e consolidação de propriedades rurais na fronteira de expansão agropecuária no sudeste do Amazonas*. Dissertação e mestrado em ecologia.. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas.
- Carrero, G.C. & P.M. Fearnside. 2011. Forest clearing dynamics and the expansion of landholdings in Apuí, a deforestation hotspot on Brazil's Transamazon Highway. *Ecology and Society* 16(2): art. 26. <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art26/>
- Chomitz, K.M. & T.S. Thomas. 2001. *Geographic Patterns of Land Use and Land Intensity in the Brazilian Amazon*. Development Research Group Working Paper, World Bank, Washington, D.C., E.U.A. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.16.9879&rep=rep1&type=pdf>
- D'Antona, A.O., A.D. Cak & L.K. VanWey. 2008. Collecting sketch maps to understand property land use and land cover in large surveys. *Field Methods* 20(1): 66-84.
- De'ath, G. & K.E. Fabricius. 2000. Classification and regression trees: A powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology* 81(1): 3178-3192.
- Downing, T.E., S.B. Hecht, H.A. Pearson & C.G. Downing. 1992. *Development or Destruction: The Conversion of Tropical Forest to Pasture in Latin America*. Westview, Boulder, Colorado, E.U.A.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2006. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2ª Ed. Centro Nacional de Pesquisas de Solos (CNPIS). EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, RJ.
- Fearnside, P.M. 1986a. Spatial concentration of deforestation in the Brazilian Amazon. *Ambio* 15(2): 72-79.
- Fearnside, P.M. 1986b. *Human Carrying Capacity of the Brazilian Rainforest*. Columbia University Press, New York, New York, E.U.A.
- Fearnside, P.M. 1987. Causes of deforestation in the Brazilian Amazon. Pages 37-61 in R. F. Dickinson (Ed.). *The Geophisiology of Amazonia: Vegetation and Climate interactions*. John Wiley & Sons, New York, New York, E.U.A.
- Fearnside, P.M. 1996. The causes of tropical deforestation: edited by Katrina Brown and David W. Pearce. *Global Environmental Change Part A* 6(3): 251-253. [https://doi.org/10.1016/0959-3780\(96\)82723-3](https://doi.org/10.1016/0959-3780(96)82723-3)
- Fearnside, P.M. 1997. Transmigration in Indonesia: lessons from its environmental and social impacts. *Environmental Management* 21(4):553-570. <https://doi.org/10.1007/s002679900049>
- Fearnside, P.M. 2001. Land-tenure issues as factors in environmental destruction in Brazilian Amazonia: the case of southern Pará. *World Development* 29(8): 1361-1372. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00039-0](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00039-0)

- Fearnside, P.M. 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates and consequences. *Conservation Biology* 19(3): 680-688. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>
- Fearnside, P.M. 2008. The roles and movements of actors in the deforestation of Brazilian Amazonia. *Ecology and Society* 13(1): art. 23. <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art23/>.
- Fearnside, P.M. & P.M.L.A. Graça. 2006. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. *Environmental Management* 38: 705-716. <https://doi.org/10.1007/s00267-005-0295-y>
- Geist, H.J. & E.F. Lambin. 2001. *What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate causes and underlying sources of deforestation based on subnational scale case study evidence*. LUCR Report Series N°4, LUCR International Project Office, Department of Geography, University of Louvain, Louvain-la Neuve, Belgium.
- Geist, H.J. & E.F. Lambin. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience* 52: 143-150.
- Godoy, R., S. Groff & K. O'Neill. 1998. The role of education in neotropical deforestation: household evidence from Amerindians in Honduras. *Human Ecology* 26: 649-675.
- Hayashi, S., C. Souza, Jr., M. Sales & A. Veríssimo. 2010. *Transparência Florestal Amazônia Legal (Abril e Maio de 2010)*. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), Belém, Pará. <http://www.imazon.org.br/publicacoes/transparencia-florestal/transparencia-florestal-amazonia-legal/transparencia-florestal-da-amazonia-legal-abril-e>
- Hecht, S.B. 1993. The logic of livestock and deforestation in Amazonia. *Bioscience* 43(3): 687-695.
- Hecht, S.B., R. B. Norgaard & C. Possio. 1988. The economics of cattle ranching in eastern Amazonia. *Interciencia* 13: 233-240.
- Kaimowitz, D. 1996. *Livestock and deforestation: Central America in the 1980s and 1990s. A policy perspective*. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonésia.
- Kaimowitz, D. & A. Angelsen. 1998. *Economic Models of Deforestation. A Review*. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonésia.
- Koh, L. P. & J. Ghazoul. 2010. Spatially explicit scenario analysis for reconciling agricultural expansion, forest protection, and carbon conservation in Indonesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 107: 11140-11144.
- Koh, L.P. & D.S. Wilcove. 2008. Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conservation Letters* 1: 60-64.
- Köppen, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica, Mexico City, Mexico.
- Lambin, E.F. 1994. *Modelling deforestation processes: a review*. TREES series B: Research Report n1, European Commission, EUR 15744 EN. Office of Official Publications of the European Community, Luxembourg.
- Lambin, E.F. 1997. Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography* 21(3): 375-393.
- Laurance, W.F. 2000. Mega-development trends in the Amazon: Implications for global change. *Environmental Monitoring and Assessment* 61: 113-122.
- Ludewigs, T., A. O. D'Antona, E. S. Brondízio & S. Hetrick. 2009. Agrarian structure and land-cover change along the lifespan of three colonization areas in the Brazilian Amazon. *World Development* 37(8): 1348-1359.
- MacMillan, G. 1995. *At the End of the Rainbow? Gold, Land and People in the Brazilian Amazon*. Columbia University Press, New York, New York, E.U.A.
- Mahar, D.J. 1979. *Frontier Development Policy in Brazil: A Study of Amazonia*. Praeger, New York, New York, E.U.A.
- Mahar, D.J. 1989. *Government policies and deforestation in Brazil's Amazon region*. World Bank, Washington, D.C., E.U.A.
- Margulis, S. 2004. *Causes of Deforestation in the Brazilian Amazon*. World Bank Working Paper No. 22. World Bank, Washington, D.C., E.U.A.
- Marquette, C.M. 1998. Land use patterns among small farmer settlers in the northeastern Ecuadorian Amazon. *Human Ecology* 26(4): 573-598.
- Matos, R. 2007. Novos espaços da migração ou espaços efêmeros do emprego e da população? *V Encontro Nacional sobre Migrações*. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/outros/5EncNacSobreMigracao/mesa_01_nov_esp_mig.pdf
- Mattos, M. M. & C. Uhl. 1994. Economic and ecological perspective on ranching in the eastern Amazon. *World Development* 22(2): 145-158.
- McCracken, S.D., E.S. Brondízio, D. Nelson, E.F. Moran, A.D. Siqueira & C. Rodriguez-Pedraza. 1999. Remote sensing and GIS at farm property level: demography and deforestation in the Brazilian Amazon. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 65: 1311-1320.
- McCracken, S.D., A. D. Siqueira, E. F. Moran & E.S. Brondízio. 2002. Land use patterns on an agricultural frontier in Brazil: insights and examples from a demographic perspective. p. 162-192 in C. H.

- Wood & R. Porro (editors). *Deforestation and Land Use in the Amazon*. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.
- Mertens, B. & E.F. Lambin. 2000. Land-cover change trajectories in southern Cameroon. *Annals of the Association of American Geographers* 90(3): 467-494.
- Mertens, B., R. Pocard-Chapuis, M.-G. Piketty, A.-E. Laques & A. Venturieri. 2002. Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon: the case of São Felix do Xingu in South Pará. *Agricultural Economics* 27(3): 269-294.
- Mertens B., W. Sunderlin, O. Ndoye & E.F. Lambin. 2000. Impact of macroeconomic transformations on deforestation in southern Cameroon: integration of household survey and remotely sensed data. *World Development* 28(6): 983-1000.
- Moran, E.F. 1981. *Developing the Amazon*. Indiana University Press, Bloomington, Indiana, E.U.A.
- Moran, E.F., E.S. Brondízio & L.K. VanWey. 2005. Population and environment in Amazônia: landscape and household dynamics. p. 106-134 in B. Entwisle & P. C. Stern (eds.). *Population, Land Use, and Environment: Research Directions*. National Academy Press, Washington, D.C., E.U.A. http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=11439&page=106
- Myers, N. 1980. *Conversion of Tropical Moist Forests*. National Academy of Sciences, Washington, D.C., E.U.A.
- Myers, N. 1994. Tropical deforestation: rates and patterns. p. 27-40. in K. Brown & D. W. Pearce (eds.) *The causes of tropical deforestation. The economic and statistical analysis of factors giving rise to the loss of the tropical forests*. University College London Press, London, Reino Unido.
- Osgood, D. 1994. Government failure and deforestation in Indonesia. p. 217-225. in K. Brown, K. & D.W. Pearce (eds.) *The Causes of Tropical Deforestation. The Economic and Statistical Analysis of Factors Giving Rise to the Loss of the Tropical Forests*. University College London Press, London, UK.
- Ozório de Almeida, A.L. & J.S. Campari. 1995. *Sustainable Settlement in the Brazilian Amazon*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Perz, S.G. 2001. Household demographic factors as life cycle determinants of land use in the Amazon. *Population Research and Policy Review* 20: 159-186.
- Perz, S.G. 2002. Population growth and net migration in the Brazilian Legal Amazon, 1970-1996. p. 107-129 in C.H. Wood & R. Porro (eds.) *Deforestation and Land Use in the Amazon*. University Press of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.
- Phillips, T. 2007. Brazilian goldminers flock to "New Eldorado". *The Guardian*, 11 January 2007. <http://www.guardian.co.uk/world/2007/jan/11/brazil.mainsection>.
- Portal Apuí. 2008. *Nossa História*. Portal Apuí, Apuí, Amazonas, Brazil. http://www.portalapui.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=3
- R Core Development Team. 2008. R. version 2.6.2 (2008-02-08). The R Foundation for Statistical Computing, Auckland, Nova Zelândia. <http://www.r-project.org/>
- Razera, A. 2005. *Dinâmica do desmatamento em uma nova fronteira do sul do Amazonas: análise da pecuária de corte no Município do Apuí*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) & Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas.
- Sawyer, D. 2001. Evolução demográfica, qualidade de vida e desmatamento na Amazônia. p. 73-90. in V. Fleischesser, editor. *Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia*. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília, DF.
- Schneider, R.R., E. Arima, A. Veríssimo, P. Barreto & C. Souza, Jr. 2000. *Amazônia Sustentável: Limitantes e Oportunidades para o Desenvolvimento Rural*. World Bank, Brasília, Distrito Federal, and Instituto do Homem e Ambiente na Amazônia (IMAZON), Belém, Pará.
- Souza, Jr., C., A. Veríssimo & S. Hayashi. 2009. *Transparência florestal da Amazônia Legal (Julho de 2009)*. Instituto do Homem e Ambiente na Amazônia (IMAZON), Belém, Pará. <http://www.imazon.org.br/publicacoes/transparencia-florestal/transparencia-florestal-amazonia-legal/transparencia-florestal-da-amazonia-legal-julho-de>
- Sydenstricker-Neto, J.M. 2004. *Land-Cover Change and Social Organization in Brazilian Amazonia*. Tese de doutorado. Cornell University, Ithaca, New York, E.U.A.
- Therneau, M.T., B. Atkinson, B. Ripley, J. Oksanen & G. De'ath. 2009. 'Mvpart' Package, v. 1.2-6. The R Foundation for Statistical Computing, Auckland, Nova Zelândia. <http://cran.uvigo.es/web/packages/mvpart/mvpart.pdf>
- VanWey, L.K., A.O. D'Antona & E.S. Brondízio. 2007. Household demographic change and land use/land cover change in the Brazilian Amazon. *Population and Environment* 28: 163-185.
- Walker, R.T. & A.K.O. Homma. 1996. Land use and land cover dynamics in the Brazilian Amazon: an overview. *Ecological Economics* 18: 67-80.
- Walker, R.T., E.F. Moran & L. Anselin. 2000. Deforestation and cattle ranching in the Brazilian Amazon: external capital and household processes. *World Development* 28(4): 683-699.