

# Desmatamento no sul do Estado de Roraima: padrões de distribuição em função de Projetos de Assentamento do INCRA e da distância das principais rodovias (BR-174 e BR-210)

Paulo Eduardo BARNI<sup>1</sup>, Philip Martin FEARNside<sup>2</sup>, Paulo Maurício L. de A. GRAÇA<sup>3</sup>

## RESUMO

O desmatamento na Amazônia representa, atualmente, um dos principais problemas ambientais do Brasil. A contenção deste processo requer políticas públicas baseadas no entendimento das forças que controlam, aceleram e desaceleram a perda de floresta. Para avaliar ocorrências de desmatamento no sul do Estado de Roraima foram utilizados dois *buffers* de 20 km de largura subdivididos em oito faixas de 2500 metros ao longo das duas principais rodovias da região: BR-174 e BR-210 em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas - SIG. O período analisado foi entre 2001 e 2007, sendo utilizados dados de desmatamento do PRODES e análises visuais em imagens TM Landsat 5. Também foram utilizados arquivos *shapefile* da malha viária e de Projetos de Assentamento (PAs) do Sul do Estado de Roraima, junto com observações de campo. Os resultados mostraram que os desmatamentos do período estão fortemente relacionados com a disponibilidade de estradas e com o número de famílias dentro dos PAs. O desmatamento foi maior na área da BR-210 pela presença na região de grandes proprietários e invasões de terras. O pólo madeireiro, situado à margem da BR-174, pode ter influenciado na formação de pequenas áreas de desmatamento na região de Rorainópolis. A exploração madeireira predatória e novas ocupações de terras estão acontecendo de forma rápida e desordenada. Este quadro indica forte potencial para a perda de floresta em Roraima caso o fluxo de migração para esta área aumentar, como seria esperado se Roraima for conectada ao “Arco do Desmatamento” pela reabertura da Rodovia BR-319, ligando Manaus a Porto Velho.

**PALAVRAS CHAVES:** Amazônia, Exploração Madeireira, Ocupação Ilegal de Terras, Sistema de Informação Geográfica.

## Deforestation in the southern portion of the Roraima State: distribution with respect to INCRA settlement projects and distance from major highways (BR-174 and BR-210)

### ABSTRACT

Deforestation in the Amazon currently represents one of the greatest environmental issues in Brazil, and stopping this process requires public policies based on understanding the forces that control the forest loss in different parts of Amazonia. We evaluated deforestation in the southern portion of Roraima State using a Geographical Information System (GIS) to delineate buffers along each of the two main highways that cross the region: BR-174 and BR-210. Each buffer was 20 km wide and was divided into eight strips 2500 m in width. The study covered the 2001-2007 period using annual deforestation data from PRODES vector files and visual analysis of TM Landsat 5 imagery. We also used shape files of roads and settlement projects in the southern part of Roraima coupled with field observations. Deforestation in the period was strongly related to the availability of roads and to the number of families present in the settlement project. The occurrence of deforestation was highest in the area of the BR-210 where large landowners and land invasions were present. The logging center on the BR-174 may have influenced the formation of small clearings in the Rorainópolis city neighbor. Predatory logging and new land occupations by both small and large landholders are spreading quickly in a disorderly fashion. This situation has high potential for forest loss since migration is expected to increase if Roraima is connected to the “Arc of Deforestation” by reopening the BR-319 Highway, which would connect Manaus to Porto Velho.

**KEY WORDS:** Amazon, Logging, Illegal Occupation of Lands, Geographic Information System.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Av. André Araújo, 2936, Aleixo, CEP 69060-001, Manaus – AM. E-mail: pbarni@inpa.gov.br

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Manaus – AM. E-mail: pmfearn@inpa.gov.br

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Manaus – AM. E-mail: pmlag@inpa.gov.br

## INTRODUÇÃO

O desmatamento na Amazônia representa, atualmente, um dos principais problemas ambientais no Brasil, e a contenção do avanço deste processo requer políticas públicas baseadas no entendimento das forças que controlam, aceleram e desaceleram a perda de floresta em diferentes partes da região amazônica (Fearnside 2003; 2008). Aumentos na taxa de migração, implantação de Projetos de Assentamento (PAs) e proximidade de rodovias são fatores-chaves em acelerar o desmatamento, enquanto que a criação de Unidades de Conservação (UCs) é importante em freá-lo (Nepstad *et al.* 2006). Estes fatores são importantes na previsão da velocidade e da localização de desmatamento sob diferentes cenários de infra-estruturas e de políticas futuras, que é uma prioridade no Estado de Roraima. A parte sul deste estado, além de ser uma das frentes mais ativas de desmatamento hoje, é previsto a receber fluxos migratórios muito maiores se for concretizada a proposta para a reconstrução da rodovia BR-319 (Manaus-Porto Velho), fornecendo uma conexão direta com o “Arco de Desmatamento”.

De acordo com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (2007) existem 48 PAs atualmente no interior do Estado de Roraima situados ao longo das principais estradas e rodovias que cortam o Estado. Deste total, 22 (45,8%) pertencem aos municípios do Sul de Roraima, abrigando, por sua vez, 1.802 km de estradas da malha viária da região (57,1%) e 8.173 famílias assentadas até 2007 (Brasil, INCRA 2007). No período de 1955 a 1981, as regiões sul e sudeste do Estado de Roraima pertenciam unicamente ao município de Caracará (Mourão 2003). Daí então, os atuais municípios do sul de Roraima foram sendo formados a partir da criação de PAs naquele município (Barbosa 1990). Esse processo pode ser visto ainda hoje ao longo da BR-174 e BR-210 no sul do Estado.

A partir dos anos 1990 as taxas anuais de crescimento demográfico decaíram drasticamente, passando de 9,6% no período de 1980-1991 para 2,8% entre 1991-1996 causado pelo fechamento do garimpo (Mourão 2003). As taxas de crescimento voltaram a subir a partir de 1995/1996, resultado de estratégia política do governo estadual em reordenar e dinamizar os assentamentos na região, promovendo melhorias na infra-estrutura e criação de novos PAs para atração de migrantes para a região (Mourão 2003). O asfaltamento da BR-174 e parte da BR-210 entre 1995-1997 facilitaram esse processo.

### A questão fundiária em Roraima

Além dos fatores comuns vistos em outros estados da região amazônica, no que diz respeito à regularização da posse e ocupação da terra (Oliveira 2005; Loureiro e Pinto 2005; Barreto *et al.* 2008a), em Roraima a questão esbarra na Legislação Federal

que proibia a transferência de terras da União para os estados. Isso porque o governo federal ainda não havia repassado as terras da União arrecadadas ao Estado de Roraima pelo INCRA, quando este passou de Território Federal para um Estado da federação em 1989. A falta de ordenamento e deficiência na política de assentamentos, além de dificultar o desenvolvimento estadual, levou a invasões de terras e sua concentração, abandono e venda com conseqüente degradação ambiental (Mourão 2003).

### Aspectos sócio-econômicos do Sul do Estado de Roraima

Mourão (2003) associou padrões de degradação do ambiente no sudeste do Estado com a origem dos colonos e aos programas de colonização movidos por interesses políticos. Segundo a autora, a degradação se daria pelo desmatamento inicial para o plantio de lavouras anuais e de bananas. No final do ciclo de produção de banana haveria o semeio de capim para criação de pastagens.

A atividade madeireira no sul de Roraima acompanha a dinâmica do “boom e colapso”, característico das fronteiras de colonização da Amazônia brasileira (Barbosa 1990; Barbosa *et al.* 2008; Rodrigues *et al.* 2009). Os maiores fornecedores de madeira seriam os projetos de assentamento (Mourão 2003; Albuquerque *et al.* 2004; Barbosa *et al.* 2008) e áreas demarcadas ilegalmente.

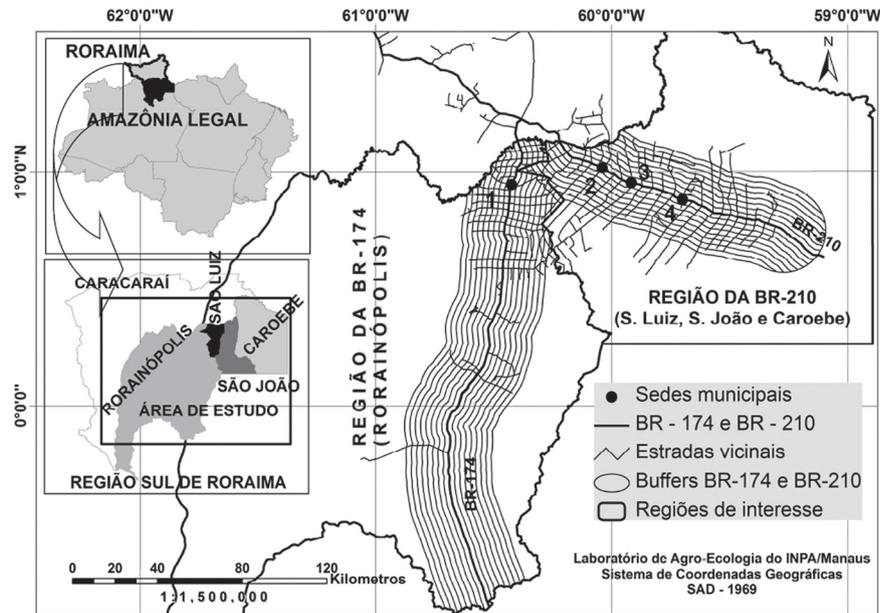
Como visto acima, os processos e padrões de desmatamento em Roraima e mais precisamente no Sul do Estado, estariam fortemente ligados à abertura de PAs, invasões de terras públicas e exploração madeireira desordenada (Holmes *et al.* 2002; Asner *et al.* 2006), com conseqüente agravamento das questões fundiárias. Neste contexto, os PAs e as áreas de invasões forneceriam a madeira para alimentar a indústria madeireira, assim financiando a derrubada da floresta nos lotes. A indústria retribuiria com a construção de uma rede de estradas que possibilitasse o escoamento da produção agrícola e servisse de acesso aos pequenos agricultores assentados nos PAs e nas posses demarcadas irregularmente.

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivos: a) analisar as ocorrências de desmatamento anual e sua distribuição espacial em função dos projetos de assentamento e da distância das duas principais rodovias (BR-174 e BR-210) que cortam o sul do Estado de Roraima, entre os anos de 2001 a 2007; b) comparar a influência destas rodovias na dinâmica do desmatamento; e c) investigar e diferenciar os principais processos que levam a perda da cobertura florestal nesta região.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização da Área de Estudo

A área de estudo compreende uma subárea da região sul do Estado de Roraima (Figura 1) e engloba quatro municípios:



**Figura 1** - Localização da área de estudo abrangendo parte da região Sul do Estado de Roraima, formada por quatro municípios: (1) Rorainópolis (região da BR-174), (2) São Luiz do Anauá, (3) São João da Baliza e (4) Caroebe (região da BR-210). A figura mostra também, como parte da metodologia, as faixas de 20.000 m em ambos os lados das duas rodovias, sendo estas subdivididas por faixas de 2.500 m.

Rorainópolis, cortado pela BR-174 (Manaus - AM/Boa Vista - RR), São Luiz do Anauá, São João da Baliza e Caroebe, cortados pela BR-210 (Perimetral Norte). Excluindo-se, portanto, da região sul, apenas o município de Caracará. O recorte totaliza uma área de 51.814 km<sup>2</sup>, (52%) de um total de aproximadamente 99.642,3 km<sup>2</sup> da região sul de Roraima.

Em Rorainópolis, com população de 24.466 habitantes em 2007 (Brasil, IBGE 2009), a BR-174 possui uma extensão de 134,2 km, desde a divisa do Estado de Roraima com o Amazonas, dentro da Terra Indígena (TI) Waimiri Atroarí, ao sul, alcançando a divisa com o município de Caracará, formada pelo rio Anauá e situada ao norte da área de *buffer*. A rodovia BR-210 (Perimetral Norte, que foi prevista para ligar o Oceano Atlântico ao Pacífico no âmbito do Programa de Integração Nacional – PIN, nos governos militares), tem uma extensão de 480,9 km dentro do Estado de Roraima. Em sua área de influência, formada por três municípios, a BR-210 possui 115,6 km, iniciando no rio Anauá, que faz a divisa entre o município de São Luiz do Anauá e Caracará, até ao rio Jatapú (limite noroeste da T.I. Trombetas-Mapuera), situado no município de Caroebe. Nessa parte da rodovia, o asfalto se estende apenas até São João da Baliza, a 67,5 km do rio Anauá, restando, portanto, cerca de 50 km a serem asfaltados até o rio Jatapú. Os três municípios da área de influencia da BR-210 somavam uma população de 18.533 habitantes até 2007 (Brasil, IBGE 2009).

### Dados cartográficos e coleta de informações de campo

Para as análises espaciais, utilizaram-se os dados de desmatamento do período de 2001 a 2007 fornecidos pelo Programa de Monitoramento do Desmatamento - PRODES (Brasil, INPE 2008), em formato vetorial (*shapefile*), com resolução espacial de 60 metros, da região Sul do Estado de Roraima. Para verificar as informações obtidas dos dados do PRODES foram realizadas análises visuais em 10 cenas TM Landsat 5, órbita/ponto 231/59 e 231/60 (composição colorida R5G4B3) da área de estudo, abrangendo o período analisado e obtido do catálogo de imagens do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>). Para o georreferenciamento das imagens foi utilizado como base o mosaico de cenas Landsat (*geocover*) da Zona UTM 21N do ano 2000 fornecido pela National Aeronautics and Space Administration – NASA (<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>). A informação cartográfica dos Projetos de Assentamento da região Sul de Roraima foi obtida pela base de dados do INCRA (2007), e a representação da malha viária pertencente à região Sul de Roraima, foi extraída dos dados do SIVAM/SIPAM (2007), para a Amazônia Legal. Dados cartográficos de Terras Indígenas (TI) e de Unidades de Conservação (UC) da região Sul de Roraima, bem como arquivos vetoriais dos limites municipais, também foram obtidos do SIVAM/SIPAM (2007). Todas as análises foram realizadas no programa computacional *ArcGIS*.

O termo “PAs”, acrônimo para Projetos de Assentamento, foi designado para se referir a todas as modalidades de projetos de assentamentos instituídos pelo INCRA na área de estudo.

### Levantamento de campo

O levantamento de dados de campo foi realizado entre os dias 30 de Novembro e 16 de Dezembro de 2007. Este consistiu de visitas a órgãos governamentais sediados em Boa Vista e também no sul do Estado. Em Boa Vista foram visitados os principais órgãos governamentais do Estado e do Governo Federal ligados a questões ambientais e de fiscalização e entidades da sociedade civil organizada. Nas visitas foram ouvidas exposições dos entrevistados referentes à atuação de cada órgão em relação ao sul do Estado, para melhor compreensão dos arranjos institucionais na região.

Ainda no sul, nos cinco municípios que formam a região, também foram obtidas informações por meio de entrevistas junto aos pequenos agricultores, proprietários de lotes de assentamentos, madeireiros, dirigentes de associações rurais e de cooperativas, posseiros e grileiros de terras. As entrevistas, tanto na capital como no sul, tiveram caráter informal. Para a realização das entrevistas foram percorridos, de automóvel e motocicleta, cerca de 2500 quilômetros, entre rodovias, carreadores e estradas vicinais da região.

### Metodologia

Em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas – SIG, do programa computacional *ArcGis 9.1*, foram criados dois *buffers* de 20 km de largura de faixa ao redor das principais rodovias da área de estudo, um para a rodovia BR-174 e outro para a rodovia BR-210. Os dois *buffers* foram então subdivididos em oito faixas de 2.500 metros no sentido do seu comprimento. O primeiro *buffer*, denominado “Região da BR-174”, foi restrito ao município de Rorainópolis e o segundo, denominado “Região da BR-210” foi restrito aos municípios de São Luiz do Anauá, São João da Baliza e Caroebe (Figura 1).

A informação da rede viária de estradas (SIVAM/SIPAM 2007) da área de estudo foi atualizada a partir da edição manual (vetorização) derivada de imagens Landsat TM, resolução espacial de 30 metros, para o ano de 2007. A seguir foram quantificadas as áreas totais (ha) de desmatamento e o comprimento de estradas (km) presentes em cada sub-região e em cada faixa de 2500 m. Verificou-se, também, as ocorrências de desmatamento no interior do *buffer* de 20 km e suas faixas de distância, assim como em áreas de PAs, pertencentes a cada sub-região. Para essa verificação os arquivos vetoriais, tanto de desmatamento quanto dos PAs e das faixas de distância, foram convertidos para arquivos matriciais (*raster*) e, posteriormente submetidos a operações de álgebra de mapa entre eles.

Para se determinar as dimensões dos polígonos de desmatamento e, indiretamente, determinar seus prováveis

agentes causadores nas duas regiões no período analisado, utilizaram-se de análises visuais a partir das informações contidas nas representações vetoriais (polígonos) de desmatamento do PRODES (Brasil, INPE 2008) sobrepostas às imagens TM Landsat 5 (composição R(5)G(4)B(3)). Primeiramente, as informações de desmatamento do PRODES, agrupadas de 2001 a 2007, foram desmembradas para desmatamento ano a ano, em sete *layers* temáticos, separados para cada região. Em seguida, a partir de análise visual sobre os *layers*, os polígonos de desmatamento < 6,25 ha (área mínima detectada pela metodologia do PRODES) adjacentes a outros polígonos maiores ou que a soma das áreas serem > 6,25 ha, foram incorporados a estes, presumindo que fazem parte de uma mesma área desmatada. Já os polígonos < 6,25 ha que se apresentavam “isolados” foram excluídos das análises, considerados como “ruídos”. Os polígonos < 6,25 ha, provavelmente, seriam gerados a partir da intersecção de várias grades sobrepostas aos desmatamentos (e.ex. grade “guia” das imagens TM Landsat e grade de linhas regulares de  $-0,25^\circ$ ) observados nos arquivos de dados do INPE e disponibilizado aos usuários do sistema PRODES (Dalton M. Valeriano, com. pess.).

Houve também a necessidade de se diferenciar os polígonos, para saber qual era, de fato, polígono de desmatamento causado por um “único” ator, daqueles considerados como “artefatos” ou “espúrios”. Grandes polígonos de desmatamento tinham o formato regular (Cochrane 2000; Alencar *et al.* 2004), e.g. um retângulo, e se ajustavam quase perfeitamente ao desmatamento observado nas imagens TM Landsat. Estes foram causados, provavelmente, por grandes proprietários de terras. Já os artefatos, em nossa área de estudo, seriam grandes polígonos de desmatamento, com formato muito irregular, abrangendo, muitas vezes, quase todo desmatamento de uma estrada vicinal. Estes seriam resultados da reunião de vários polígonos menores, desmatados, provavelmente, por diferentes atores e em datas diferentes entre si, mas que foram agrupados, em um só ano, posterior aos eventos, de acordo com a metodologia do PRODES (Câmara *et al.* 2006). Esse fato decorre devido, provavelmente, à nossa área de estudo passar grande parte do ano encoberta por nuvens, dificultando a detecção do desmatamento pelo sistema PRODES anualmente. Dessa forma, os polígonos considerados artefatos, também foram excluídos das análises. Ao todo foram excluídos 7.206 ha (26,9%) de desmatamento na área de influência da BR-174 e 5.880,3 ha (9,8%) na área de influência da BR-210 no período analisado. Os polígonos de desmatamento considerados válidos para análise foram divididos em três classes de tamanho em hectares (ha):  $6,25 \leq X < 18,75$  ha (pequenos agricultores rurais),  $18,75 \leq X < 31,25$  ha (médios proprietários rurais) e  $X \geq 31,25$  ha (grandes proprietários rurais).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise da ocorrência de desmatamento vs. Estradas vicinais, faixas de distância e PAs

A extensão total das estradas vicinais da região da BR-174 foi de 1.014 km, com 971 km (95,8%) abarcados pelo *buffer*. Na região da BR-210 contabilizou-se uma extensão de 1.088 km de estradas vicinais, das quais 84,7% (922 km) do total encontravam-se no interior da área de *buffer* (Tabela 1). Considerando-se as estradas localizadas no interior das áreas de PAs da região da BR-210, estas totalizaram uma extensão de 699 km. Nos PAs da região da BR-174 encontrou-se um total de 867 km de estradas vicinais.

O desmatamento total acumulado para o *buffer* da região de Rorainópolis (BR-174) foi de 24.257 ha. O desmatamento no *buffer* representou 88,9% de desmatamento ocorrido no município de Rorainópolis no período entre 2001 e 2007 (Tabela 2). Para o *buffer* da BR-210 a área total de desmatamento somou 44.787 ha. Essa área desmatada representou 75,2% do desmatamento ocorrido na área de influência da BR-210 no período.

A distribuição de desmatamento verificada no *buffer* da BR-174, diminuindo a partir das faixas mais próximas para as faixas mais distantes da estrada, corrobora com a maioria dos estudos sobre a dinâmica de desmatamento na Amazônia (p.ex.: Soares-Filho *et al.* 2001; 2002; 2004; e 2006; Nepstad *et al.* 2001; Geist e Lambin 2002; Lambin *et al.* 2003; Asner *et al.* 2006; Ewers e Laurance 2006; Fearnside *et al.* 2009), tanto no período analisado (2001-2007) quanto no acumulado até 2007. Surpreendentemente, na região da BR-210, no período

**Tabela 1** - Estradas vicinais (km) nas áreas de influência das BR-210 e BR-174, no Sul de Roraima.

| Estradas Vicinais (km)          | BR-210 | %     | BR-174 | %     | Total |
|---------------------------------|--------|-------|--------|-------|-------|
| Vicinais (sem BRs)              | 1.088  | 100,0 | 1.014  | 100,0 | 2.102 |
| Vicinais dentro <i>buffers</i>  | 922    | 84,7  | 971    | 95,8  | 1.893 |
| Vicinais nos PAs                | 699    | 64,3  | 867    | 85,6  | 1.566 |
| Vicinais nos PAs <i>buffers</i> | 563    | 51,7  | 820    | 80,9  | 1.383 |

**Tabela 2** - Extensão das áreas de influência das BR-210 e BR-174 e desmatamento acumulado (ha) por período analisado.

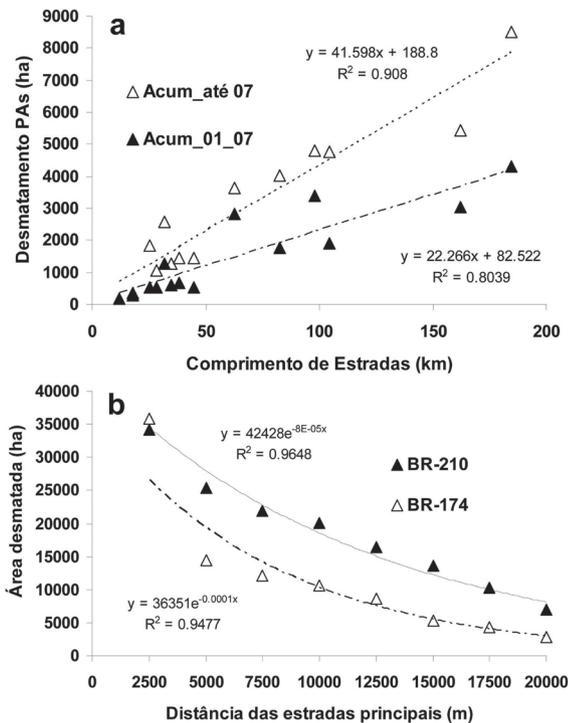
| Área (ha)                          | BR-210    | %     | BR-174    | %     | Total     |
|------------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|
| Região de influência               | 1.796.400 | 100,0 | 3.385.000 | 100,0 | 5.181.400 |
| Desmatamento até 2007              | 184.900   | 10,3  | 101.760   | 3,0   | 286.660   |
| Desmatamento 2001 a 2007           | 59.570    | 32,2  | 26.670    | 26,2  | 86.240    |
| Desmatamento <i>buffer</i> (01-07) | 44.787    | 75,2  | 24.257    | 90,9  | 69.044    |

analisado (2001-2007), não foi observado esse efeito. No *buffer* da BR-210 a maior área acumulada de desmatamento ocorreu na faixa entre 12.500 m e 15.000 m (sexta faixa), com total acumulado no período de 6.570 ha contra 6.310 ha da segunda faixa de distância (Tabela 3). Esse fato pode ser explicado, em parte, devido à abertura de lotes do PA São Luizão e a grandes desmatamentos em fazendas para a formação de pastagens, localizadas naquela faixa de distância da estrada principal (Figura 1). O fato de que grande parte do desmatamento próximo às estradas principais já terem sido realizados antes de 2001 também pode ter contribuído para esse resultado. A correlação inversa entre maior área desmatada e menor distância da estrada se verifica quando é considerado o desmatamento total acumulado para a região até o ano de 2007 (Figura 2b).

O desmatamento acumulado até 2007 e o ocorrido entre 2001 e 2007 nos PAs do Sul de Roraima, estão fortemente correlacionados com a ocorrência de estradas vicinais dentro deles (Figura 2a) e com o número de famílias assentadas (Laurance *et al.* 2002; Soares-Filho *et al.* 2004, 2006). Os PAs das duas regiões foram responsáveis por 67,4% (58.086 ha)

**Tabela 3** - Áreas das faixas de *buffer*, desmatamento acumulado em ha de 2001 a 2007 (Desmat\_01/07) e até 2007 (Desmat\_até07), percentuais (%) de desmatamento acumulado entre 2001 a 2007 e até 2007 e ocorrências de estradas vicinais (km) dentro das faixas de distância da rodovia BR-210 e da rodovia BR-174.

|        | Faixas | Área    |          | Desmat_01/07 |         | Desmt_até07 |       | Estradas |
|--------|--------|---------|----------|--------------|---------|-------------|-------|----------|
|        |        | Metros  | Hectares | Hectares     | %       | Hectares    | %     |          |
| BR-210 | 2.500  | 68.820  | 5.168    | 7,5          | 34.222  | 50          | 119,2 |          |
|        | 5.000  | 67.880  | 6.464    | 9,5          | 25.415  | 37          | 124,5 |          |
|        | 7.500  | 65.970  | 5.388    | 8            | 21.975  | 33          | 118,2 |          |
|        | 10.000 | 63.470  | 5.864    | 9            | 20.134  | 32          | 121,0 |          |
|        | 12.500 | 61.800  | 5.879    | 9,5          | 16.500  | 27          | 111,5 |          |
|        | 15.000 | 60.360  | 6.634    | 11           | 13.690  | 23          | 99,6  |          |
|        | 17.500 | 57.810  | 5.751    | 10           | 10.280  | 18          | 101,0 |          |
|        | 20.000 | 51.950  | 3.638    | 7            | 6.890   | 13          | 49,1  |          |
|        | Total  | 498.060 | 44.787   | 9            | 149.106 | 30          | 844,1 |          |
|        | BR-174 | 2.500   | 116.600  | 3.178        | 3       | 35.926      | 31    | 111,4    |
| 5.000  |        | 114.200 | 4.115    | 3,6          | 14.397  | 13          | 103,0 |          |
| 7.500  |        | 112.100 | 3.275    | 3            | 12.050  | 11          | 94,2  |          |
| 10.000 |        | 111.000 | 3.834    | 3,5          | 10.540  | 9           | 100,4 |          |
| 12.500 |        | 107.900 | 3.150    | 3            | 8.571   | 8           | 86,1  |          |
| 15.000 |        | 104.800 | 2.578    | 2,5          | 5.233   | 5           | 67,8  |          |
| 17.500 |        | 102.700 | 2.389    | 2            | 4.292   | 4           | 59,3  |          |
| 20.000 |        | 99.580  | 1.738    | 2            | 2.866   | 3           | 45,3  |          |
| Total  |        | 868.880 | 24.257   | 3            | 93.875  | 11          | 667,5 |          |



**Figura 2 -** (a) Relação entre área desmatada (ha) e comprimento de estradas vicinais (km) dentro de projetos de assentamento e (b) relação entre área desmatada acumulada (ha) dentro de cada faixa e sua respectiva distância (m) das BR-174 e BR-210. Na análise em (a) considerou-se o desmatamento acumulado até 2007 (Acum\_até 2007) e o acumulado de 2001 a 2007 (Acum\_01\_07). Para a análise em (b) foi considerado o desmatamento acumulado até 2007 em ambas as rodovias.

do total desmatado (86.240 ha) entre 2001 a 2007 naquelas áreas (Tabelas 4 e 5). Sendo que os PAs foram responsáveis por 86,9% dos desmatamentos ocorridos na área de influência da BR-174 contra 58,6% dos desmatamentos ocorridos na região de influência da BR-210 no período.

De modo geral, o desmatamento *per capita* foi 2,1 vezes maior nos PAs da região da BR-210 do que nos PAs da região da BR-174 entre 2001 e 2007. Isto é semelhante ao resultado encontrado considerando-se apenas o desmatamento ocorrido nos *buffers* das duas sub-regiões, onde o desmatamento encontrado foi cerca de 2 vezes maior no *buffer* da BR-210.

### Dinâmica de mudanças de cobertura da terra no Sul do Estado de Roraima

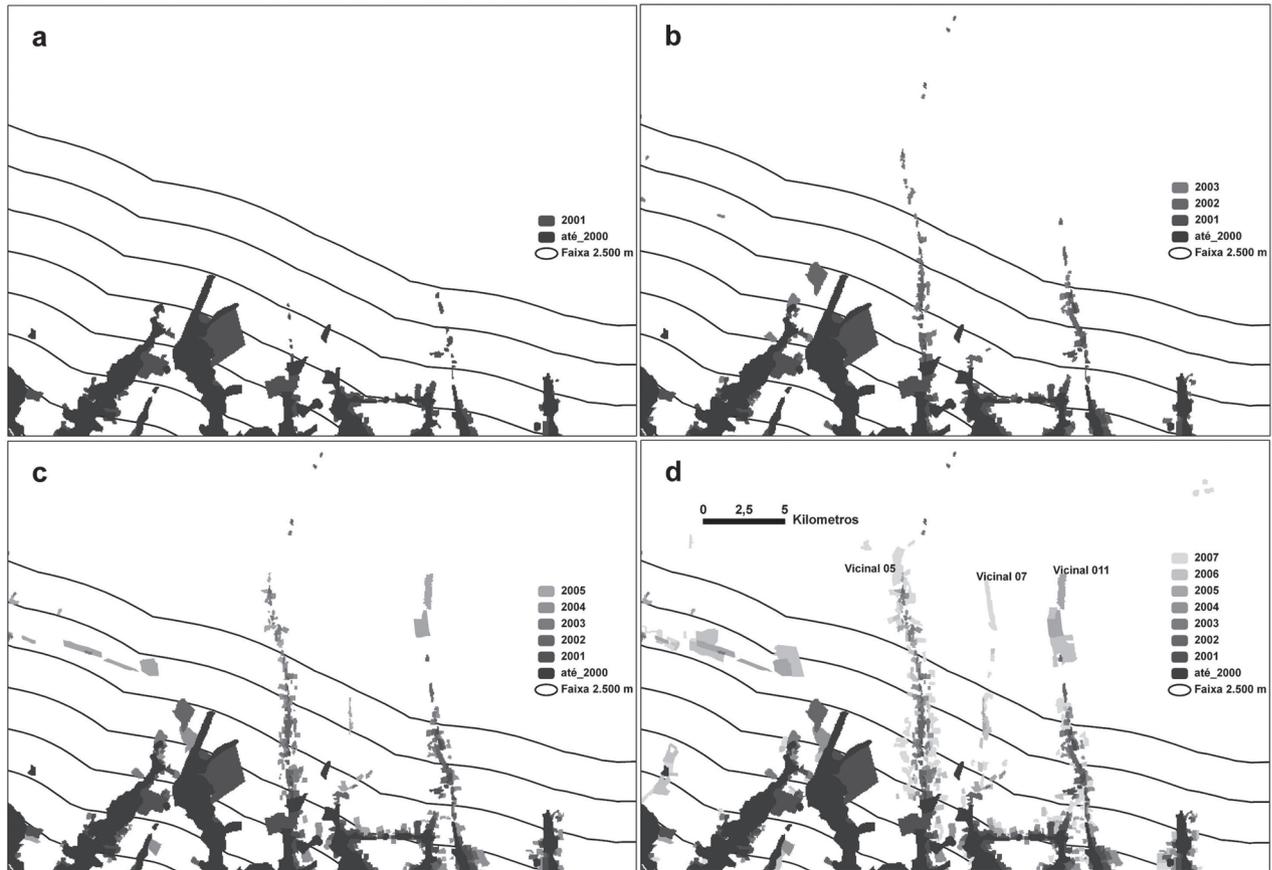
Dentro dos PAs da Região sul de Roraima acontece a criação de novas fazendas por um mecanismo de concentração de terras. Fazendeiros ou pequenos e médios proprietários de terra da própria região ou vindos de outros lugares, principalmente de Rondônia, compram um, dois ou mais lotes de terras numa estrada vicinal qualquer (Fearnside 2008) com o objetivo principal de criar gado (Caviglia-Harris 2005). Com o passar dos anos estes fazendeiros vão comprando mais lotes vizinhos, aumentando, assim, sua área total. Esse processo está bastante consolidado em faixas de distância da estrada principal que chegam até cerca de 20 km ou mais em determinadas estradas vicinais. O padrão de desmatamento acumulado resultante, via de regra, obedece a um padrão de “contágio” (Figura 3), semelhante a ondas de difusão (Soares-Filho *et al.* 2004).

**Tabela 4 -** Projetos de Assentamento (PAs) da região da BR-174, em Rorainópolis.

| PAs           | Área    | Área Desmat. Acum. |      | Área Desmat. 01 a 07 |      | Famílias Assentadas | Desmate/ Fam. (ha <sup>-1</sup> ). ano <sup>-1</sup> (01-07) |
|---------------|---------|--------------------|------|----------------------|------|---------------------|--|
|               | ha      | ha                 | %    | ha                   | %    | Unitário            | Relação  |
| PA INTEGRAÇÃO | 11.200  | 4.100              | 36,8 | 2.134                | 52   | -                   | -  |
| PA EQUADOR    | 16.900  | 1.500              | 8,6  | 800                  | 53,3 | 231                 | 0,5  |
| PA JUNDIÁ     | 13.400  | 1.400              | 10,7 | 528,5                | 37,8 | 153                 | 0,7  |
| PA LADEIRÃO   | 21.400  | 1.100              | 5,0  | 523,4                | 47,6 | 182                 | 0,6  |
| PAD ANAUÁ     | 221.800 | 68.400             | 35,0 | 19.200               | 28,0 | 2.943               | 1,0  |
| Total         | 284.700 | 76.500             | 26,9 | 23.186               | 29,2 | 3.509               | 0,9  |

**Tabela 5 -** Projetos de Assentamento (PAs) da região da BR-210.

| PAs              | Área    | Área Desmat. Acum. |      | Área Desmat. 01 a 07 |       | Famílias Assentadas | Desmate/ Fam. (ha <sup>-1</sup> ). ano <sup>-1</sup> (01-07) |
|------------------|---------|--------------------|------|----------------------|-------|---------------------|--|
|                  | ha      | ha                 | %    | ha                   | %     | Unitário            | Relação  |
| PA BOM-SUCESSO   | 16.400  | 5.100              | 31,1 | 3.100                | 60,8  | 197                 | 2,3  |
| PA INTEGRAÇÃO    | 26.700  | 4.100              | 15,5 | 4.100                | 100,0 | 332                 | 1,8  |
| PA JATAPÚ        | 164.300 | 62.200             | 37,8 | 24.700               | 39,7  | 1.882               | 1,9  |
| PA SÃO LUIZÃO    | 10.600  | 6.200              | 58,1 | 2.800                | 45,2  | 183                 | 2,2  |
| PA SERRA TALHADA | 3.300   | 200                | 5,5  | 200                  | 100,0 | 32                  | 0,8  |
| Total            | 221.300 | 77.800             | 35,2 | 34.900               | 44,9  | 2.626               | 1,9  |

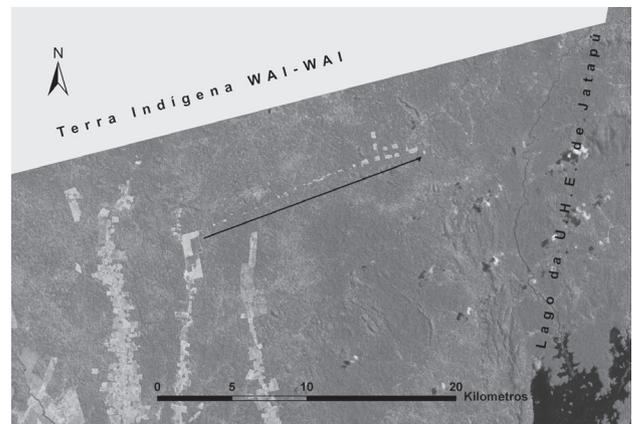


**Figura 3** - Sequência de imagens de desmatamento do PRODES mostrando padrões de “contágio” evoluindo através dos anos e ao longo das vicinais 05, 07 e 011 do PA Jatapú, em Caroebe, região da BR-210. Em (a) (anos 2000 e 2001), o desmatamento ainda se encontra restrito às faixas de *buffer* e dentro da área do PA Jatapú. Em (b) (anos 2002 e 2003) já se nota a extrapolação do desmatamento da linha divisória do *buffer* de 20.000 metros. Em (c) (anos 2004 e 2005) e em (d) (anos 2006 e 2007) há a incorporação de mais polígonos de desmatamento aos já previamente existentes, dentro e fora dos limites do *buffer* e do PA.

Ao nível de propriedade, os padrões observados foram recorrentes para todas as vicinais visitadas, tanto na região da BR-210 como na região de Rorainópolis (BR-174). Ou seja, pastagens predominam nos dois primeiros terços das vicinais e atividades mais diversificadas, tais como plantios de banana e culturas anuais, além de pastagens, se concentram no último terço. A Figura 4 mostra uma imagem TM Landsat 5 R(5); G(4); B(3) de agosto de 2009 registrando algumas clareiras de desmatamento seguindo o padrão descrito por relatos de moradores da região da BR-210. De acordo com esses relatos, *grileiros* estariam demarcando lotes de 60 ha para pequenos agricultores e áreas de 500 ha para grandes proprietários em um “travessão imaginário” seguindo em paralelo com a Terra Indígena Wai-Wai, partindo do final da vicinal 07 do PA Jatapú, em Caroebe.

### Exploração madeireira

Em Rorainópolis, atual pólo madeireiro do sul do estado, madeireiros transportam toras para as serrarias à noite para



**Figura 4** - Imagem Landsat TM5, composição colorida original R(5)G(4)B(3) e Órbita Ponto 231/059 (em tons de cinza) de agosto de 2009, mostrando desmatamento recente (indicado pela seta, alinhados à estrada recém-criada) a partir do final da vicinal 07 do PA Jatapú, em Caroebe, região da BR-210. Os polígonos maiores já apareciam nos dados de desmatamento do ano de 2008 do PRODES.

burlar a fiscalização. Esses madeireiros usariam uma mesma guia do Documento de Origem Florestal – DOF para transportar várias cargas de madeira das áreas em exploração ao pátio das serrarias, apresentando o DOF apenas se a fiscalização os parasse para averiguações. Empresas madeireiras “esquentariam” (regularização de forma fraudulenta) a madeira irregular em seus pátios através de grandes planos de manejos licenciados pelos órgãos ambientais.

O quadro é agravado ainda mais devido à pressão exercida por madeireiros vindos de fora de Roraima para a exploração florestal. Considerando que o período chuvoso em Roraima não coincide com aquele da borda sul da Amazônia, madeireiros de Rondônia, sul do Pará e do Acre vêm todos os anos explorar madeira em Roraima. Esses madeireiros teriam a preferência das grandes indústrias madeireiras na exploração florestal por estarem mais capitalizados. Aos madeireiros locais e a outros pequenos madeireiros independentes, também vindos de fora, restariam apenas a possibilidade de trabalhar com pequenas serrarias e competiriam junto aos agricultores por madeiras legalizadas através de autorizações de corte (documento expedido aos pequenos agricultores rurais para o aproveitamento da madeira que seria cortada nos desmatamentos legalmente autorizados pela FEMACT). Devido a conflitos e ao volume de denúncias a Fundação Estadual de Meio Ambiente Ciência e Tecnologia do Estado de Roraima – FEMACT suspendeu as licenças de corte até segunda ordem. Um fiscal da fundação observou que os pedidos de autorização de corte eram tantos que a FEMACT conseguiria liberar apenas 30% dos pedidos anualmente.

### Distribuição do desmatamento por classe de tamanho de polígono (ha)

Alguns trabalhos sobre desmatamento na Amazônia utilizaram o tamanho da propriedade onde ocorreu o desmatamento para identificar o agente causador do mesmo (Fearnside 2003; Soares-Filho *et al.* 2004; Aldrich *et al.* 2006) e sua trajetória dinâmica (Alves 2002; Soares-Filho *et al.* 2004; D’Antona *et al.* 2006). Neste trabalho utilizou-se o tamanho do polígono de desmatamento do PRODES (Brasil, INPE 2008) como indicador do possível agente causador do desmatamento ocorrido na área de estudo. Assim, cerca de 60% (11.700 ha) do desmatamento acumulado entre 2001 e 2007 na região da BR-174, considerando apenas os dados ditos “válidos” para a análise, ocorreu na classe entre 6,25 a 18,75 ha (Figura 5). O desmatamento ocorrido nesta classe foi atribuído a pequenos agricultores. A classe intermediária entre 18,75 a 31,25 ha concentrou 17,4% (3.402,5 ha) do desmatamento ocorrido (dados válidos) e foi atribuído a médios proprietários rurais. Do mesmo modo, os polígonos maiores que 31,25 ha corresponderam a 22,7% (4.436 ha) do desmatamento acumulado no período analisado e foi atribuído a grandes proprietários rurais. Considerando-se a

região de influência da BR-210 no mesmo período, a primeira classe de polígonos contribuiu com 43,4% do desmatamento (23.247,8 ha) ocorrido e foi atribuído a pequenos agricultores. A concentração observada para a classe acima de 31,25 ha totalizou uma área de 21.422 ha (40%), sendo sua causa atribuída a grandes proprietários rurais. A classe intermediária concentrou 16,6% (8.913 ha) do desmatamento restante e, semelhantemente ao ocorrido em Rorainópolis (região de influência da BR-174), esse desmatamento foi atribuído a médios proprietários rurais.

O grande desmatamento observado na classe acima de 31,25 ha (40%) na região da BR-210, bem maior do que o observado na região de Rorainópolis (22,7%) na mesma classe, pode ser explicado, em parte, devido à forte concentração fundiária observada nos PAs (Mourão 2003) e a grande quantidade de fazendas de gado existentes naquela região. Estes resultados corroboram com estudos de Soares-Filho *et al.* (2004) e Fearnside (2005) que sugerem que grandes proprietários de terra têm maior potencial para desmatar e o fazem em áreas maiores. O contrário foi observado na região da BR-174 com maior desmatamento relativo (60%) ocorrendo na classe entre 6,25 e 18,75 ha. Isto pode sugerir que há uma menor concentração fundiária e maior predominância de pequenos proprietários rurais nesta região. Embora o percentual de desmatamento atribuído a pequenos proprietários ser bastante alto na região da BR-210 (43,4%) esse percentual pode não refletir o que aconteceria realmente naquela região. Há a possibilidade de que grandes proprietários, com várias posses de terra, possam distribuir o desmatamento entre seus lotes em áreas < do que 31,25 ha. Mourão (2003) relatou que 45% dos assentados do PA Jatapú em Caroebe, possuíam de 2 a 3 lotes de terras e que 15% possuíam mais de três lotes. Carreiro e Fearnside (2011), estudando a dinâmica de desmatamento e a expansão de posses em Apuí (Sul do Amazonas), constataram que pelo menos

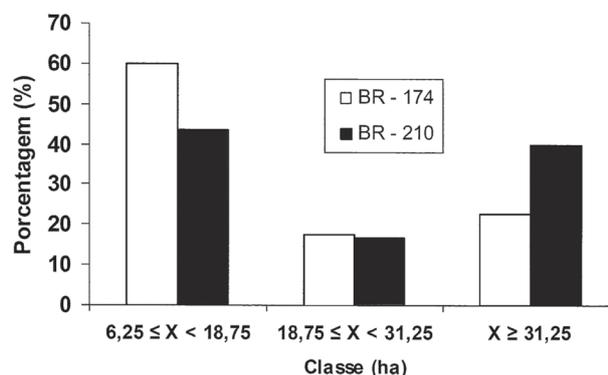


Figura 5 - Distribuição percentual do desmatamento por classe de tamanho de polígono (ha): 6,25 ≤ X < 18,75 ha (pequenos agricultores rurais), 18,75 ≤ X < 31,25 ha (médios proprietários rurais) e X ≥ 31,25 ha (grandes proprietários rurais).

40% dos proprietários entrevistados tinham entre dois a cinco lotes e que cerca de 16% tinham entre 6 a 10 lotes de terra.

## CONCLUSÕES

As duas regiões apresentaram diferenças substanciais nos processos, na velocidade e nos padrões de distribuição do desmatamento no período analisado, tendo os Projetos de Assentamento, juntamente com estradas vicinais, como os principais vetores de desmatamento. Os PAs foram responsáveis por 67,4% do desmatamento acumulado considerando a totalidade da área de estudo, sendo que para a região de influência da BR-174 esse valor chegou a 86,9%.

Grandes proprietários rurais tiveram maior participação no desmatamento na região da BR-210 do que na região da BR-174. O desmatamento ocorrido na região da BR-174 foi causado, predominantemente, por pequenos agricultores rurais. A forte presença de madeireiros vindos de fora da região para a exploração florestal e conseqüente pressão por madeiras licenciadas junto aos pequenos agricultores podem ter influenciado, de maneira indireta, na formação de pequenas áreas desmatadas na região da BR-174.

A exploração madeireira predatória e novas ocupações de terras, tanto por pequenos e grandes proprietários, estão acontecendo de forma rápida e desordenada. Este quadro indica um forte potencial para a perda de floresta em Roraima caso o fluxo de migração para esta área aumentar, como seria esperado se Roraima for conectada ao Arco do Desmatamento com a reabertura da Rodovia BR-319, ligando Manaus a Porto Velho.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq por custear as pesquisas e as excursões de campo (Processo: 557152/2005-4) e à rede GEOMA, ao INPA e à FAPEAM pela bolsa de estudo concedida a P.E.B. Agradecemos também a dois revisores anônimos por suas sugestões e comentários.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

Albuquerque, F.J.B. de; Coelho, J.A. de M.; Vasconcelos, T.C. 2004. As políticas públicas e os projetos de assentamento. *Estudos de Psicologia*, 9: 81-88.

Aldrich, S.P.; Walker, R.T.; Arima, E.Y.; Caldas, M.M.; Browder, J.O.; Perz, S. 2006. Land-cover and land-use change in the Brazilian Amazon: smallholders, ranchers and frontier stratification. *Economic Geography* 82: 265-288.

Alencar, A.A.C.; Solórzano, L.A.; Nepstad, D.C. 2004. Modeling forest understory fires an eastern Amazonian landscape. *Ecological Applications*, 14: 139-149.

Alves, D. S. 2002. Space-time dynamics of deforestation in Brazilian Amazonia. *International Journal of Remote Sensing*, 23: 2903--2908.

Asner, G.P.; Broadbent, E.N.; Oliveira, P.J.C.; Keller, M.; Knapp, D.E.; Silva, J.N.M. 2006. Condition and fate of logged forests in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103: 12947-12950.

Barbosa, R.I. 1990. Análise do setor madeireiro do Estado de Roraima. *Acta Amazonica*, 20: 193-209.

Barbosa, R.I.; Pinto, F.S.; Souza, C.C. 2008. *Deforestation in Roraima State: historical data and spatio-temporal distribution*. Relatório Técnico. Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -INPA, Núcleo de Pesquisas de Roraima, Boa Vista-RR. 10 pp. (In Portuguese)

Barreto, P.; Pinto, A.; Brito, B.; Hayashi, S. 2008a. *Who's the owner of the Amazon?* Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia-IMAIZON, Belém-PA, 72 pp.

Brasil, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2009. IBGE. Rio de Janeiro-RJ. ([www.sidra.ibge.gov.br/](http://www.sidra.ibge.gov.br/)). Acesso 10/02/09.

Brasil, INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). 2007. Diretoria de Obtenção de Terras e Implantação de Projetos de Assentamento – DT. Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA. Brasília-DF.

Brasil, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2008. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. INPE, São José dos Campos, São Paulo, SP. ([www.obt.inpe.br/prodes/](http://www.obt.inpe.br/prodes/)). Acesso: 11/05/08.

Brasil, SIVAM/SIPAM. 2007. Banco de Dados IBGE - versão 6 (derivado da recuperação dos dados originais do Projeto RADAMBRASIL). Serviço de Vigilância da Amazônia / Serviço de Proteção da Amazônia, Manaus-AM. (4 CDs).

Câmara, G.; Valeriano, D.M.; Soares, J.V. 2006. *Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal*. São José dos Campos, INPE, set/2006. <<http://www.obt.inpe.br/prodes/metodologia.pdf>>. Acesso: 12/09/2010.

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

Caviglia-Harris, J.L. 2005. Cattle Accumulation and Land Use Intensification by Households in the Brazilian Amazon. *Agricultural and Resource Economics Review*, 34: 121-128

Cochrane, M.A. 2000. Forest fire, deforestation and landcover change in the Brazilian Amazon. In: Neuenschwander, L.F.; Ryan, K.C.; Gollberg, G.E.; Greer, J.D. (Eds.). *Proceedings from the joint fire Science Conference and Workshop, June 15-17, 1999. "Crossing the millennium: Integrating spatial technologies and ecological principles for a new age in fire management"*. Vol. 1. Moscow, Idaho: University of Idaho and the International Association of Wildland Fire.

- D'Antona, A.O.; VanWey, L.K.; Hayashi, C.M. 2006. Property size and land cover change in the Brazilian Amazon. *Population and Environment*, 27: 373-396.
- Ewers, R.; Laurance, W.F. 2006. Scale-dependent patterns of deforestation in the Brazilian Amazon. *Environmental Conservation*, 33: 203-211.
- Fearnside, P.M. 1995. Quem desmata a Amazônia os pobres ou os ricos? *Ciência Hoje*, 19: 113. 26-33.
- Fearnside, P.M. 2003. Deforestation control in Mato Grosso: a new model for slowing the loss of Brazil's Amazon forest. *Ambio*, 32: 343-345.
- Fearnside, P.M. 2005. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. *Megadiversidade*, 1: 1-14.
- Fearnside, P.M. 2008. The roles and movements of actors in the deforestation of Brazilian Amazonia. *Ecology and Society*, 13: 23.
- Fearnside, P.M.; Graça, P.M.L.A.; Keizer, E.W.H.; Maldonado, F.D.; Barbosa, R.I.; Nogueira, E.M.. 2009. Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na região sob influência da Rodovia Manaus-Porto Velho (BR-319). *Revista Brasileira de Meteorologia* 24: 208-233.
- Geist, H.J.; Lambin, E.F. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience*, 52: 143-150.
- Holmes, T.P.; Blate, G.M.; Zweedee, J.C.; Pereira, R. Jr.; Barreto, P.; Boltz, F.; Bauch, R. 2002. Financial costs and benefits of reduced-impact logging relative to conventional logging in the eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 163: 93-110.
- Lambin, E.F.; Geist, H.J.; Lepers, E. 2003. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Environment Resources*, 28: 205-241.
- Laurance, W.F.; Albernaz, A.K.M.; Schroth, G.; Fearnside P.M.; Bergen, S.; Ventincinque, E.M.; da Costa, C. 2002. Predictors of Deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography*, 29: 737-748.
- Loureiro, V.R.; Pinto, J.N.A. 2005. A questão fundiária na Amazônia. *Estudos avançados*, 19: 77-98.
- Nepstad, D.; Schwartzman, S.; Bamberger, B.; Santilli, M.; Ray, D.; Schlesinger, P.; Lefebvre, P.; Alencar, A.; Prinz, E.; Fiske, G.; Rolla, A. 2006. Inhibition of Amazon Deforestation and Fire by Parks and Indigenous Lands. *Conservation Biology*, 20: 65-73.
- Mourão, G.M.N. 2003. *Colonización Reciente Y Asentamientos Rurales En El Sureste De Roraima, Amazonia Brasileña: Entre La Política Y La Naturaleza*. Tese de doutorado, Universidad De Valladolid, Espanha. 480 pp.
- Nepstad, D.C.; Carvalho, G.; Barros, A.C.; Alencar, A.; Capobianco, J.P.; Bishop, J.; Moutinho, P.; Lefebvre, P.; Silva Jr., U.L.; Prins, E. 2001. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management*, 154: 395-407.
- Oliveira, A. 2005. *BR – 163 Cuiabá-Santarém: Geopolítica, grilagem, violência e mundialização*. p. 67-183. In: Torres, M. (Ed.). *Amazônia Revelada: Os descaminhos ao longo da BR-163*. Conselho Nacional de Apoio a Pesquisa, Brasília-DF.
- Rodrigues, A.S.L.; Ewers, R.M.; Parry, L.; Souza Jr., C.; Veríssimo, A.; Balmford, A. 2009. Boom-and-Bust Development Patterns Across the Amazon Deforestation Frontier. *Science*, 324: 1435-1437.
- Soares-Filho, B.; Assunção, R.M.; Pantuzzo, A.E. 2001. Modeling the spatial transition probabilities of landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. *BioScience*, 51: 1059-1068.
- Soares-Filho, B.; Alencar, A.; Nepstad, D.; Cerqueira, G.; Diaz, M. del C.V.D.; Rivero, S.; Solorzanos, L.; Voll, E. 2004. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém-Cuiabá corridor. *Global Change Biology*, 10: 745-764.
- Soares-Filho, B.S.; Nepstad, D.C.; Curran, L.; Cerqueira, G.C.; Garcia, R.A.; Ramos, C.A.; Voll, E.; McDonald, A.; Lefebvre, P.; Schlesinger, P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, 440: 520-523.

Recebido em 24/01/2011

Aceito em 26/05/2011