

Análise da evolução do desmatamento em áreas de pequenas, médias e grandes propriedades na região centro-norte de Rondônia, entre 1985 e 2000

Leonardo Marini Pereira¹
Maria Isabel Sobral Escada¹
Camilo Daleles Rennó¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{leomp, isabel, camilo}@dpi.inpe.br

Abstract. This work aims to evaluate the influence of roads and deforested areas on settlement of new deforested areas at the Center-North region of Rondônia state. The analysis is done stratifying the study area in regions of small, medium and large land holdings. Roads and deforested areas from 1985 to 2000 subdivided in intervals of three years make up the utilized database. The presented approach consists on overlaying distance maps from roads and previously deforested areas with deforestation maps obtained in three-year intervals. Results were evaluated by a non-parametric statistical test and allowed to conclude that deforested areas in small land holdings occur more frequently closer to roads and previous deforestations than in large land holdings. Results show that the importance of the analyzed factors varies according to the size of the land holdings, enhancing the idea that even in local scales, the analysis of deforestation process in Amazônia must consider the spatial heterogeneity.

Palavras-chave: deforestation, land holdings, desmatamento, propriedades rurais.

1. Introdução

A floresta amazônica permaneceu pouco alterada até o começo da década de 70 quando tiveram início os processos de expansão da fronteira agrícola através da ocupação induzida pelo governo, no contexto de um projeto de integração nacional. Ações que incluíram o estabelecimento dos chamados “eixos” e “pólos” de desenvolvimento, como a abertura de estradas e o financiamento de grandes projetos agropecuários e de exploração mineral, além da ocupação espontânea, decorrente dos grandes fluxos migratórios nos anos 70 e 80, resultaram em um ritmo acelerado e extenso de transformações na Amazônia (Becker, 1997; 2004; Machado, 1998). Como consequência desta ocupação, as taxas de desflorestamento, que têm sido monitoradas desde os anos 70 pelo INPE (2006), mostram aumentos significativos até o ano de 2004 com processos rápidos e variados.

Trabalhos recentes sobre o desflorestamento na Amazônia mostram que o mesmo ocorre de forma concentrada no espaço, ao longo das estradas e em áreas pioneiras de desmatamento, (Machado, 1998; Alves et al., 1999; Alves, 2002) cuja intensificação tem muitas vezes como consequência, impactos sociais e ambientais, como conflitos pela posse da terra (Becker, 1997), fragmentação florestal, destruição e degradação de habitat (Skole e Tucker, 1993).

Buscando trabalhar com cenários de políticas públicas, mais especificamente as propostas de implantação de novos eixos de infra-estrutura do programa Avança Brasil (IPAM, 2000), Laurance et al. (2001; 2005) afirmam que o principal fator para o desmatamento na floresta amazônica são as estradas, facilitadoras do acesso à região e utilizadas para o escoamento da produção agropecuária. Dentre as críticas que este trabalho gerou, Câmara et al. (2005) enfatizam que o modelo proposto por Laurence et al. (2001) faz uma simplificação das causas do desmatamento atribuindo ao fator estrada um grande peso, sem considerar a diversidade e complexidade dos sistemas biofísicos e humanos da Amazônia, supondo que o efeito das estradas no desmatamento é homogêneo em toda a sua extensão.

Soares-Filho et al. (2001) realizaram uma análise mais robusta sobre a dinâmica do desmatamento da floresta amazônica na porção centro-norte do estado do Mato Grosso. No trabalho citado, os fatores de influência analisados além das distâncias das estradas e de desmatamentos anteriores foram: distâncias a centros urbanos, distâncias a rios, declividade, vegetação e tipo de solo. A vegetação e o tipo de solo foram considerados pelos autores por serem fatores limitantes para a prática da agricultura. Em 2006, outro estudo de Soares-Filho et al. (2006) utilizando modelos dinâmicos para Amazônia foi publicado. Neste trabalho a Amazônia foi estratificada em cerca de 32 ecorregiões, baseado em critérios ecológicos e econômicos, buscando, assim, incluir de forma mais explícita a heterogeneidade biofísica e humana em suas simulações.

Aguiar (2006) também desenvolveu modelos de uso da terra para a Amazônia e, através da construção e exploração de cenários de políticas públicas, como o asfaltamento de estradas e criação de Unidades de Conservação, demonstrou que, embora a estrada seja um fator importante, o efeito do desmatamento na abertura de novas estradas e asfaltamento, depende de outros fatores regionais, como a proximidade a mercados nacionais, estrutura agrária, condições climáticas, distância a centros urbanos, fertilidade dos solos, etc. A autora desenvolveu análises diferenciadas para três macro-regiões da Amazônia, definidas por Becker (2005) de acordo com a dinâmica de ocupação, obtendo modelos distintos para cada região com diferentes fatores explicativos e pesos.

Estes trabalhos foram realizados em escala ampla, para toda a extensão da Amazônia. A proposta deste trabalho é analisar a dinâmica do desmatamento, em uma escala local e verificar se a importância das estradas e dos desmatamentos pioneiros no estabelecimento de novos desmatamentos é diferente em áreas onde predominam pequenas, médias e grandes propriedades. A área de estudo localiza-se na região centro-norte do Estado de Rondônia, e a análise é realizada em períodos de 3 anos compreendendo os anos de 1985 a 2000. Como resultado, espera-se contribuir trazendo subsídios para formulação de análises e modelos de uso e cobertura da terra na Amazônia e para políticas públicas em escalas mais locais.

2. Área de estudo

A área de estudo compreende parte da região centro-norte do estado de Rondônia, na Amazônia Ocidental (**Figura 1**). Abrange parte dos municípios de Machadinho d'Oeste, Vale do Anari, Ariquemes, Rio Crespo e Theobroma e conta com 4.563 km², correspondendo a aproximadamente 4,4% da área total do estado.

Na região há a ocorrência dos projetos de colonização do INCRA e áreas de pequenas propriedades, com lotes variando entre 20 ha e 100 ha. Estas propriedades são estabelecidas geralmente em torno das estradas formando o padrão espacial conhecido como “espinha de peixe”. Permeando as áreas de pequenas propriedades, encontram-se áreas de médias propriedades, onde predominam parcelas de 250 ha a 1.000 ha e grandes fazendas, com áreas maiores que 1.000 ha.

Nos dados utilizados neste trabalho os critérios de classificação utilizados para definir categorias de pequenas, médias e grandes propriedades foram estabelecidos da seguinte maneira: lotes menores que 120 ha foram considerados como pequenas propriedades; as médias propriedades contam com lotes entre 120 ha e 1000ha; e os lotes acima de 1000 ha foram agregados à categoria de grandes propriedades.

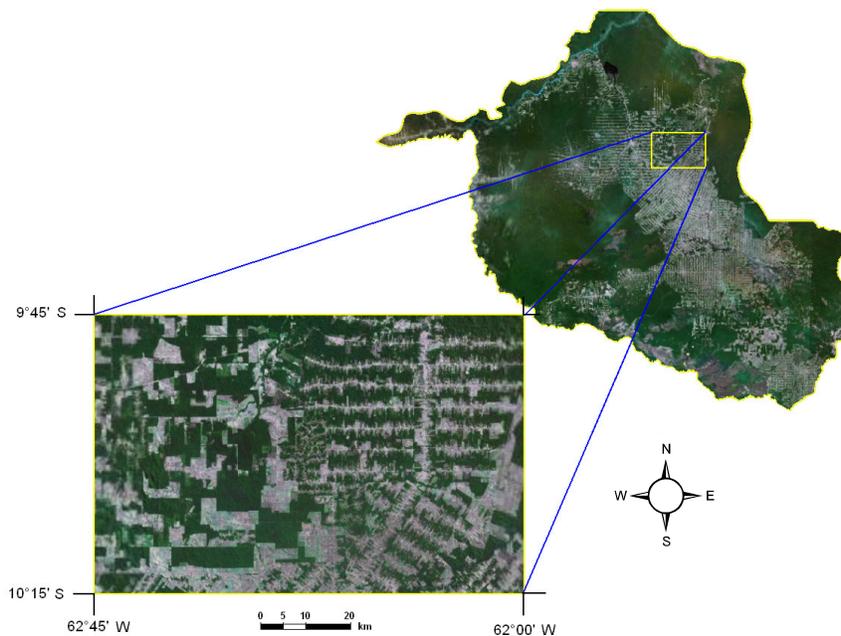


Figura 1 – Esboço da área de estudo: Região centro-norte do estado de Rondônia

3. Dados utilizados

Os dados utilizados neste trabalho são todos provenientes do trabalho de Escada (2003), que estudou a evolução dos padrões de ocupação em Rondônia. O conjunto de dados conta com mapas de áreas desmatadas, estradas e uma estratificação do espaço em áreas de pequenas, médias e grandes propriedades, baseada nos dados do INCRA (1984; s.d.a; s.d.b; s.d.c; 1996; 1997a; 1997b). As áreas desmatadas foram obtidas através do uso de modelos de mistura e técnicas de classificação por regiões com as bandas 5, 4 e 3 do sensor TM/Landsat para seis datas: 1985, 1988, 1991, 1994, 1997 e 2000. Os dados obtidos foram armazenados de modo a se obter áreas desmatadas até 1985, de 1985 a 1988; de 1988 a 1991 e assim sucessivamente até o ano 2000.

Toda a área de estudo está dividida em diferentes padrões, baseados em configurações espaciais das áreas ocupadas, e são associados aos processos de expansão do desmatamento (Escada, 2003). A configuração espacial do tipo *espinha-de-peixe*, por exemplo, está associada aos assentamentos de pequenos produtores rurais planejados pelo INCRA, enquanto que as configurações geométricas podem estar associadas aos grandes produtores rurais, com atividades ligadas à agropecuária. O conjunto de dados conta também com as estradas da região, obtidas a partir de mapas do IBGE (1995) e de atualizações com dados de campo e de imagens (Escada, 2003). Os trechos de expansão das estradas foram mapeados para as seis datas de interesse.

4. Metodologia

O fluxo de operações executadas no desenvolvimento do trabalho é esquematizado no diagrama da **Figura 2**. A análise da influência de desmatamentos passados e de estradas na composição de novos desmatamentos é feita através de um mapa de distâncias. Os mapas de distâncias, gerados a partir dos dados de desmatamento e de estradas, são cruzado com os dados de desmatamento relativo aos períodos de análise.

A análise foi realizada a partir dos resultados obtidos do cruzamento com os mapas de estrutura fundiária, e avaliados através de um teste estatístico.

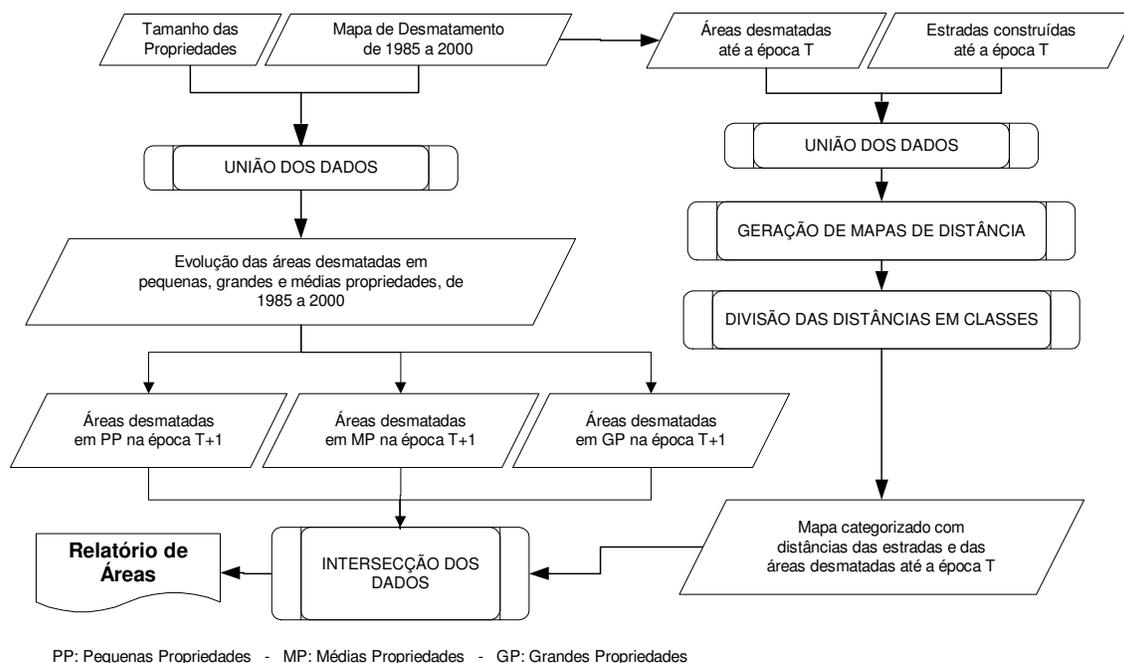


Figura 2 – Fluxo de operações e resultados

O primeiro passo para a geração da informação desejada foi a construção de um mapa que possibilite integrar os dados temporais de desmatamento com a estrutura fundiária (Figura 3). Para isso, foi preciso unir os dados do tamanho predominante das propriedades desmatadas com os períodos em que ocorreram os desmatamentos. Com a união desses dados em um único mapa, fez-se o cruzamento com o mapa de distâncias fatiadas das estradas e dos desmatamentos para cada período.

Os mapas de distâncias são feitos calculando-se as distâncias das estradas e das áreas desmatadas para cada período anterior ao período de comparação. O resultado desse processamento é uma grade regular numérica, que é posteriormente categorizada, gerando um mapa temático de distâncias.

As operações descritas foram todas executadas no *software* SPRING v.4.1 e o resultado final é resumido em relatórios de áreas obtidas a partir do cruzamento entre áreas de pequenas médias e grandes propriedades em relação às distâncias de áreas desmatadas em períodos anteriores ao período de interesse.

5. Resultados e discussão

De posse dos resultados os dados foram analisados através de um método de inferência estatística. De acordo com Siegel (1977), inferir legitimamente se diversos grupos são diferentes entre si é um problema de inferência estatística e exige para tanto, um teste que consiste em determinar, em termos de probabilidade, se as diferenças observadas entre duas amostras fazem com que suas respectivas populações sejam realmente diferentes entre si.

O teste estatístico utilizado para comparar as distribuições dos desmatamentos em áreas de pequenas, médias e grandes propriedades foi o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov. Um histograma foi construído (Figura 4) a fim de agregar as distribuições e a frequência dos três padrões de áreas desmatadas para todos os períodos trabalhados. Para efeito de visualização são apresentadas 8 classes de distâncias no histograma da Figura 4. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi realizado com 18 classes dando maior robustez ao teste. A

última classe abrange um intervalo maior devido a pequena quantidade de dados nas classes mais distantes.

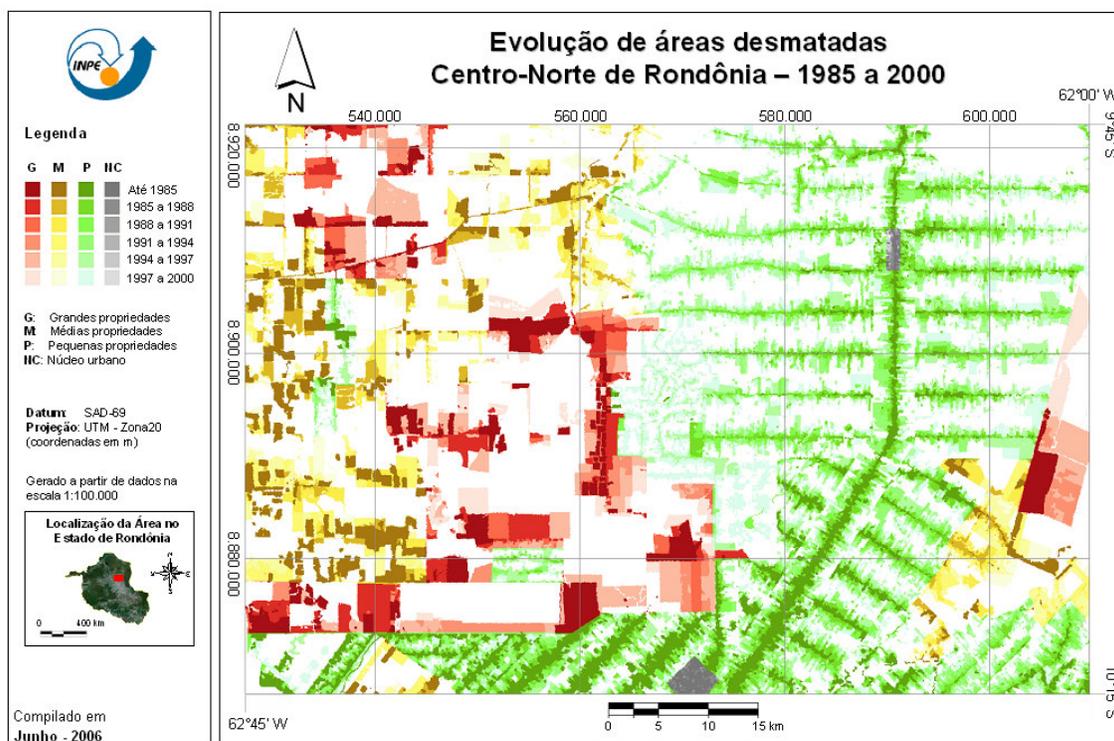


Figura 3 –Mapa gerado com a evolução dos desmatamentos nas pequenas, médias e grandes propriedades entre 1985 e 2000.

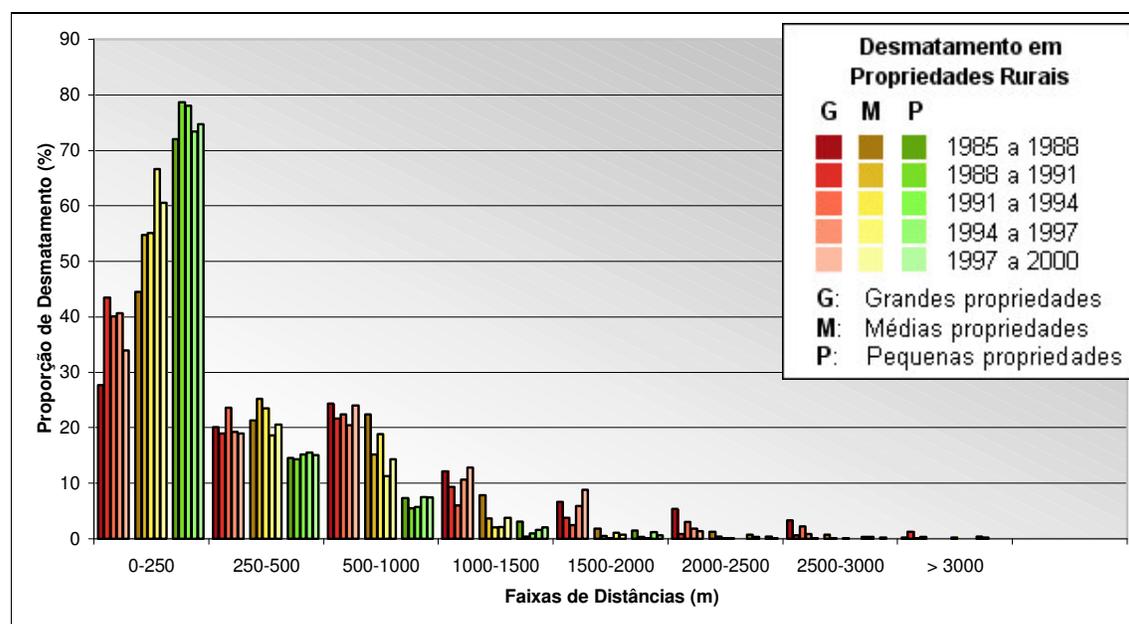


Figura 4 –Influência das estradas e das áreas desmatadas nos desmatamentos estabelecidos entre 1985 e 2000.

Para todos os períodos, pode-se observar diferenças entre as distribuições das áreas de pequenas e das grandes. Os desmatamentos em áreas de pequenas propriedades se concentram (entre 70% e 80%) nas proximidades das áreas desmatadas e das estradas e, decresce acentuadamente com o aumento das distâncias. Os desmatamentos em áreas de grandes propriedades se encontram mais uniformemente distribuídos do que em áreas de pequenas, porém, ainda com uma tendência de se localizarem próximos às estradas. Os desmatamentos em áreas de médias propriedades apresentam comportamento intermediário entre os de pequenas e grandes. A aplicação do teste estatístico de Kolmogorov-Smirnov com 5% de significância aponta para diferenças significativas entre as distribuições das pequenas e grandes propriedades. De acordo com a **Tabela 1**, o teste de Kolmogorov-Smirnov mostra que não há diferenças significativas no padrão de desmatamento entre as áreas de propriedades médias e pequenas, e médias e grandes. Assim, é possível inferir, com base na **Figura 4**, que para os períodos analisados, o desmatamento de pequenas propriedades ocorre mais próximo às estradas e às áreas anteriormente desmatadas, ao passo que os desmatamentos de grandes propriedades estão menos associados a estes fatores.

Tabela 1 - Conclusões do teste estatístico sobre a ocorrência de desmatamento em pequenas, médias e grandes propriedades.*

Desmatamento em propriedades:	1985-1988	1988-1991	1991-1994	1994-1997	1997-2000
Grandes	A	A	A	A	A
Médias	AB	AB	AB	AB	AB
Pequenas	B	B	B	B	B

*Letras iguais indicam distribuições estatisticamente iguais a 5% de significância.

A diferença do padrão espacial do desmatamento em áreas de diferentes tamanhos de propriedade reflete a diferença entre as estratégias de ocupação e de uso da terra dos diferentes atores presentes na região. Em geral, a criação de gado para corte desenvolvida predominantemente nas grandes fazendas, por exemplo, depende menos da infra-estrutura de estradas do que das atividades agrícolas e leiteiras, desenvolvidas em pequenas propriedades rurais.

Estas diferenças revelam que os estudos sobre a conversão da cobertura florestal devem considerar a complexidade e heterogeneidade dos ambientes na Amazônia, não somente em escalas mais abrangentes, mas também em escalas locais, possibilitando gerar políticas públicas e soluções menos genéricas e simplificadoras da realidade.

6. Conclusões e considerações finais

Os resultados obtidos permitiram concluir que há uma diferença significativa entre a distribuição dos desmatamentos nas pequenas e nas grandes propriedades com relação às distâncias a estradas e áreas desmatadas.

Tal fato permite considerar que as análises ou modelos que não consideram a heterogeneidade do espaço no que diz respeito aos atores e as diferentes estratégias de uso da terra tendem a valorizar e a generalizar fatores como, por exemplo, a distância às estradas, atribuindo a eles uma importância muitas vezes maior do que de fato possuem, sem discriminar regiões. Neste trabalho os fatores distância a estradas e distância a áreas desmatadas apresentaram associação com o desmatamento em todas as categorias de tamanho de propriedade (pequena, média e grande). Entretanto, foi possível demonstrar que esta relação não é uniforme, sendo mais importante nas áreas de pequenas do que nas de grandes propriedades. Assim, recomenda-se para trabalhos futuros que outros fatores sejam avaliados,

a fim de considerar, além da estrutura fundiária, variáveis como: relevo, distância a centros urbanos, tipos de solo, etc.

Referências

Aguiar, A.P.D **Modelagem de mudança do uso da terra na Amazônia: explorando a heterogeneidade intra-regional**. 2006. 182p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. (no prelo)

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

Alves, D.S.; Pereira, J.L.G.; Sousa, C.L.; Soares, J.V.; Yamaguchi, F. Characterizing landscape changes in central Rondônia using Landsat TM imagery. **International Journal of Remote Sensing**, v.20, n.14, p.2877-2882, 1999.

Baker, T.R.; Phillips, O.L.; Malhi, Y.; Almeida, S.; Arroyo, L.; Di Fiore, A.; Erwin, T.; Killeen, T.J.; Laurance, S.G.; Laurance, W.F.; Lewis, S.L.; Lloyd, J.; Monteagudo, A.; Neill, D.A.; Patiño, S.; Pitman, N.C.A.; Silva, J.N.M.; Martinez, R.V. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. **Global Change Biology**, v.10, n.5, p.545-562, 2004.

Becker, B. **Amazônia: Geopolítica na virada do III Milênio**. São Paulo: Garamond, 2004. 168 p.

Becker, B.K. **Amazônia**. São Paulo: Ática, 1997. 112 p.

Câmara, G.; Aguiar, A.P.D.; Escada, M.I.; Amaral, S.; Carneiro, T.; Monteiro, A.M.V.; Araújo, R.; Vieira, I.; Becker, B. Amazonian Deforestation Models (Letters). **Science**, v.307, n.5712, p.1043-1044, 2005.

Escada, M.I.S. **Evolução de padrões de terra na região centro-norte de Rondônia**. 2003. 164 p. (INPE-10209-TDI/899). Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2003.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Amazônia Legal**. Rio de Janeiro, 1995. 1 mapa na escala 1:3.000.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Mapa fundiário dos Municípios de Jarú, Theobroma e Governador Jorge Teixeira**. Local, 1984. 1 mapa na escala: 1:100.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Mapa fundiário dos Municípios de Ariquemes, Monte Negro, Rio Crespo e Cacaúlândia**. s.d.a 1 mapa na escala: 1:100.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Mapa fundiário dos Municípios de Ariquemes, Monte Negro, Rio Crespo, Jamari e Alto Paraíso**. s.d.b 1 mapa na escala: 1:100.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) **Mapa fundiário dos Municípios de Machadinho d'Oeste e Vale do Anari**. s.d.c 1 mapa na escala: 1:100.000, INCRA.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Planta do PA Rio Branco**. 1996. 1 mapa na escala: 1:10.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Planta do PA Lagoa Nova**. 1997a. 1 mapa na escala: 1:10.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) **Planta do PA Primavera**. 1997b. 1 mapa na escala: 1:10.000.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Estimativas anuais do desflorestamento desde 1988. **Projeto PRODES: Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite**. 2006. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2005.htm> Acesso em: 25 out. 2006.

Instituto de Pesquisas Ambientais da Amazônia (IPAM) **Avança Brasil: Cenários futuros para a Amazônia**. 2000. Disponível em: <<http://ipam.org.br/publicacoes/avancabrasil/>> Acesso em: 7 nov. 2006.

Laurance, W.F.; Fearnside, P.M.; Albernaz, A.K.M.; Vasconcelos, H.L.; Ferreira, L.V. Amazonian Deforestation Models – Response (Letters). **Science**, v.307, n.5712, p.1044, 2005.

Laurance, W.F.; Cochrane, M.A.; Bergen, S.; Fearnside, P.M.; Delamônica, P.; Barber, C.; D'Angelo, S.; Fernandes, T. The future of the Brazilian amazon. **Science**, v.291, n.5503, p.438-439, 2001.

Machado, L. A fronteira agrícola na Amazônia. In: Becker, B. K.; Christofletti, A.; Davidoch, F. R.; Geiger, R. P. P. **Geografia e meio ambiente no Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1998. p.181-217.

Siegel, S. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, Ltda. 1977. 350 p.

Skole, D.L.; Tucker, C.J. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. **Science**, v.260, n.5116, p.1905-1910, 1993.

Soares-Filho, B.S.; Nepstad, D.C.; Curran, L.M.; Cerqueira, G.C.; Garcia, R.A.; Ramos, C.A.; Voll, E.; McDonald, A.; Lefebvre, P.; Schlesinger, P. Modelling conservation in the Amazon basin. **Nature**, v.440, n.7083, p.520-523. 2006.

Soares-Filho, B. S.; Assunção, R. M.; Pantuzzo, A.E. Modeling the spatial transitions probabilities of landscape dynamics in an amazonian colonization frontier. **BioScience**, v.51, n.12, p.1059-1067. 2001.