

## Padrões de desflorestamento no regime fundiário de fronteira da Amazônia brasileira

Alexandre Junqueira Homem de Mello

Diógenes Salas Alves

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Pós Graduação - Sensoriamento Remoto

Avenida dos Astronautas, 1.758 - Jd. Granja - CEP 12227-010

mello@dsr.inpe.br, dalves@dpi.inpe.br

**Abstract.** In order to relate property land size and the extension of deforestation, census data and remote sensing data were chosen. Brazilian municipal agricultural census data of 1995-96 from the states of Pará, Mato Grosso and Rondônia were used as indicative variables of the fundiary structure. These variables were compared to independent variables obtained from the PRODES project, developed by the Brazilian National Institute of Space research, providing an estimate of the areal extension of the deforestation in the period between 1997 and 2000.

By the use of multivariate statistic analysis, a linear relationship between property size and clearings sizes was established. The variables that represented bigger land use sites contributed more to larger clearings than the smaller property sites. An understanding of the contribution of specific social actors to deforestation could help investigate for beneficial use/actor relationships following a less expansive and sustainable model of development.

**Palavras-chave:** Amazonia, land tenure, agrarian reform, settlements, deforestation, frontier expansion, desflorestamento, fronteira agrícola, estrutura fundiária, PRODES.

### 1. Introdução

A ocupação humana da região amazônica conheceu e conhece fases de expansão e retração de atividades econômicas muito variadas, no tempo e no espaço (Machado, 1999; Becker, 2001). Em um ritmo acelerado de transformações da paisagem, uma grande extensão de floresta primária vem sendo perdida em alguns estados e regiões da Amazônia Legal (Tardin et al., 1980; Alves, 2001, Alves 2002a).

Mapas anuais de desflorestamento desenvolvidos pelo PRODES mostram uma alta e contínua taxa de conversão da floresta. No período entre 1978 e 1988 estimou-se uma taxa de 10000 km<sup>2</sup>/ano, caindo um pouco até o final da década. Entretanto, nos anos 90, essa taxa voltou a seguir uma tendência de alta, chegando em 1994, a uma taxa de 15000 km<sup>2</sup>/ano (INPE 2000).

O desflorestamento na Amazônia se caracteriza por concentração espacial de suas atividades, localizando-se preferencialmente ao redor de rodovias e áreas pioneiras. (Alves, 2002a; Machado, 1998). As formas de relação do homem com a terra neste espaço de fronteira em expansão são caracterizadas por diversas atividades, apresentando regiões com características distintas em sua forma, história e ritmo de ocupação (Becker, 1997). Esta diversidade torna inócua qualquer tentativa de planejamento ou gestão ambiental baseada em princípios generalistas ou idéias pré-concebidas elaboradas em outros contextos ecológicos.

Becker (2001) descreve que o conhecimento das forças locais e externas, que agem sobre a paisagem, ajudam a definir escalas, limites e regiões a serem impactadas. No caso amazônico, o conhecimento dos atores, as forças atuantes sobre o modo de ocupação e o conseqüente tipo de uso da terra, é hoje alvo de intensa discussão e intercambia diversas disciplinas. Entretanto, um conhecimento específico da relação entre desflorestamento e atores é ainda pouco conhecido e tem relevância para reduzir e mitigar seus efeitos e impactos (Fearnside, 1993; Alves 2001).

Baseado na história de ocupação amazônica, que gerou uma forte desigualdade existente entre os que detêm poder econômico, seja ele por forma especulativa (terras) ou produtiva (uso da terra), e os agentes menos capitalizados, vê-se necessário o desenvolvimento de estudos quantitativos, que possam relacionar, diretamente, os diversos agentes produtivos e o seu comportamento na relação com o uso da terra (desflorestamento) (Machado, 98; Alves, 2001; Walker et al., 2000).

## 2. A fronteira agrícola na Amazônia e o desflorestamento

Pensarmos na dinâmica de ocupação da Amazônia como uma fronteira, pode ajudar muito a compreendermos os processos sociais, econômicos e históricos da transformação e capitalização do espaço amazônico.

Tratando o processo de transformação e ocupação do espaço dentro do conceito de “fronteiras” adotado por Machado (1998), podemos dizer que a cultura cafeeira projetou sobre os “espaços vazios” ou “espaços abertos” do sudeste, um modelo de ocupação extremamente especulativo e concentrador de terras que trouxe, como consequência, uma perda florestal imensa da Mata Atlântica.

No caso amazônico, uma nova marcha de avanço da fronteira agrícola vem se desenvolvendo, caminhando sob influência direta de agentes econômicos externos. A partir de uma ocupação extensiva e não mais contígua a mercados consumidores, a soja e o gado são os elementos marcantes do avanço dessa fronteira, que vem reproduzindo, como o café, uma grande mudança na cobertura e uso da terra. Um mapa de desflorestamento da região amazônica (**Figura 1**) demonstra o estágio de expansão dessa frente e seu impacto na cobertura florestal.

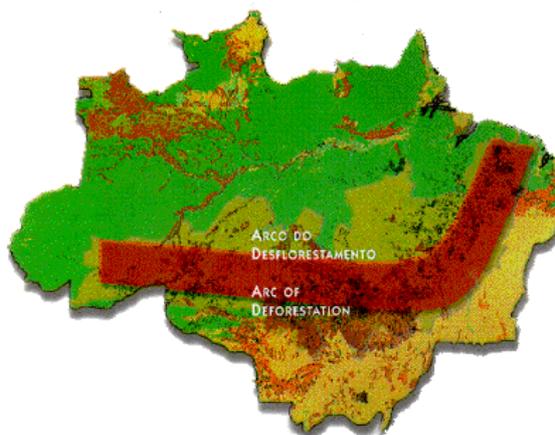


Figura 1 – Arco do desflorestamento (INPE 2002)

## 3. O estudo da dinâmica do uso da terra

A crescente utilização do uso de pastagens na Amazônia reflete, atualmente, a preferência produtiva de inserção do capital sobre o espaço amazônico. De caráter altamente especulativo e concentrador, é fácil perceber suas marcas de transformação e consumo do espaço. Analisando o mapa de desflorestamento dos municípios do Mato Grosso, Rondônia e Pará (**Figura 2**), observa-se a concentração das clareiras em certos municípios.

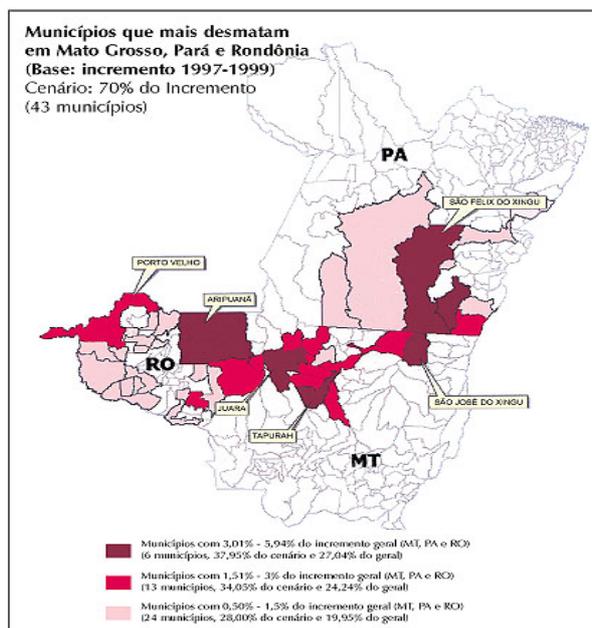


Figura 2 – Peso relativo de alguns municípios no desflorestamento (Castro et al., 2002)

#### 4. O tamanho da propriedade e o desflorestamento

Perguntar sobre a responsabilidade pelo desflorestamento, tem profundas implicações na concepção de programas voltados para a diminuição da perda florestal (Fearnside, 1993). Num passado recente, essa pergunta não foi alvo de muito interesse por parte dos políticos, que muitas vezes passaram a imagem de que o desflorestamento fosse simplesmente o resultado de famílias pobres que tentavam tirar da terra sua subsistência. Usado talvez como forma de garantir seus interesses de inserção do capital especulativo na mata, este argumento foi perdendo força na medida que se intensificaram estudos e pesquisas na região.

Com o uso de dados do censo agropecuário de 1985, Fearnside (1993) mostrou que a maior parte dos desflorestamentos analisados no ano de 1991, estavam concentrados em estados de maior concentração fundiária. No Mato Grosso, por exemplo, com 84% da sua malha fundiária concentrada em propriedades acima de 1000 ha, verificou-se uma participação de 26% do total do desflorestamento. Por outro lado, no estado de Rondônia, notadamente lembrado pelo desflorestamento de seus pequenos produtores, a participação caiu para 10% do total de área desflorestada.

Mais adiante em seu estudo, Fearnside (1993), através de uma análise de múltipla regressão entre a taxa de desflorestamento e o número de propriedades identificadas no censo de 1985 em cada classe de tamanho de propriedade, (<100 ha, 100-1000 ha, e > 1000 ha) mostra, em primeiro lugar, que nos anos de 1990 e 1991 o número de propriedades em cada classe foi capaz de explicar 74% da variação das taxas de desflorestamento estaduais (p.0,05, N=9) e, segundo, que pequenos e grandes proprietários respondiam nesta data por 30% e 70% do desflorestamento respectivamente. Mais recentemente, Alves (2002b) e Fearnside (2001) avaliando a distribuição das manchas de desflorestamento constataram algo parecido. Cerca de metade das manchas são contínuas de, no mínimo, 100ha, uma escala de atividade que excede, pelo menos, 20 vezes o que um pequeno produtor consegue desmatar em um ano com mão de obra familiar. Alves (2002b) também estimou que para uma região de pequena propriedade ao longo da rodovia

transamazônica, cerca de 62% do desflorestamento ocorreu em áreas menores que 50ha, e que clareiras de maior tamanho são as principais responsáveis nas áreas de maior concentração de desflorestamento. Observando os resultados desses estudos, conclui-se que o tamanho das clareiras está fortemente relacionada ao tamanho de propriedade.

## **5. Materiais e métodos**

Para relacionar tamanho da propriedade com extensão do desflorestamento foram escolhidos dados censitários e de sensoriamento remoto, que pudessem ser ajustados a um modelo matemático linear de primeira ordem.

Em se tratando de uma região com grande extensão territorial e com difícil acesso, pôde-se prever uma grande variabilidade dos dados coletados, que portanto assim, foram submetidos a uma análise prévia de qualidade. Em uma primeira etapa foram excluídos municípios com cobertura de nuvens e/ou cerrado acima de 20%. Os municípios que apresentaram um valor entre 10% a 20% foram investigados posteriormente por interpretação visual de imagem, sendo aprovados apenas aqueles em que a presença de cerrado ou nuvem não estava associada, nitidamente, a nenhum uso antrópico. Outra medida necessária foi excluir os municípios que apresentaram alta discrepância na relação entre o valor total do uso da terra medido pelo censo e o medido pelo PRODES através do mapa de desflorestamento de 1997. Foram incluídos no modelo apenas os municípios que apresentaram uma relação em que o valor de área desflorestada em 97 fosse maior em no máximo duas vezes o valor calculado pelo censo.

Os dados censitários foram obtidos através do censo agropecuário de 1995-96 do IBGE. Dentro da escala de município, para os estados de Rondônia, Mato Grosso e Pará, foram geradas variáveis representativas do uso da terra em três cortes de classes distintas: uso<100ha, uso>500ha, uso>1000ha. As categorias de uso da terra utilizadas nesta contagem, apenas excluem as áreas de “matas naturais” e “terras inaproveitáveis”. Essas classes formaram, portanto, três variáveis independentes, posteriormente transformadas em frações do uso total, e dessa forma normalizadas e comparadas com a variável dependente (tamanho de clareiras).

A variável representativa de tamanho de clareira foi obtida através do mapa de incremento, desenvolvido pelo PRODES no período entre 1997 e 2000. Com o tamanho de cada clareira e a soma total das mesmas, calculou-se a porcentagem do tamanho de clareira em 3 níveis distintos: clareira pequena = <30ha, clareira grande a = >100ha, e clareira grande b = >200ha, para cada município selecionado dos três estados.

## **6. Relação estrutura fundiária e desflorestamento**

Após a análise de qualidade, foi obtido um número reduzido de amostras de municípios para os três estados. Rondônia foi o estado que menos sofreu perdas no seu número de amostras. Nesse estado foram excluídos apenas cinco dos trinta e cinco municípios. Já nos outros dois, Pará e Mato Grosso, com uma cobertura de satélite menos eficiente (nuvens), e uma maior concentração de cerrado, o número de municípios selecionados foi bem reduzido. No Mato Grosso, apenas trinta e um municípios puderam ser incluídos no modelo e no Pará, trinta e cinco.

Foram testados, nos três estados, modelos lineares que pudessem melhor explicar classes de tamanho de clareira a partir dos dados de uso do censo. A variável Y, da classe de clareira pequena (<30ha), pouco se relacionou linearmente com todas as frações de uso. Por outro lado, as outras duas variáveis dependentes, “clareira grande a”, e “clareira grande b” se ajustaram bem aos dados do censo.

No estado do Pará obteve-se o melhor ajuste, relacionando a variável “clareira grande a” com a fração de uso representativa da classe de tamanho de média e grande propriedade (%uso>500ha). O coeficiente de determinação calculado foi de  $R^2 = 64,1\%$ . Pode-se observar no gráfico abaixo (**Figura 3**) (**Figura 4**) uma tendência linear na relação estimada pela reta, assim como uma certa aleatoriedade e normalidade na distribuição dos erros.

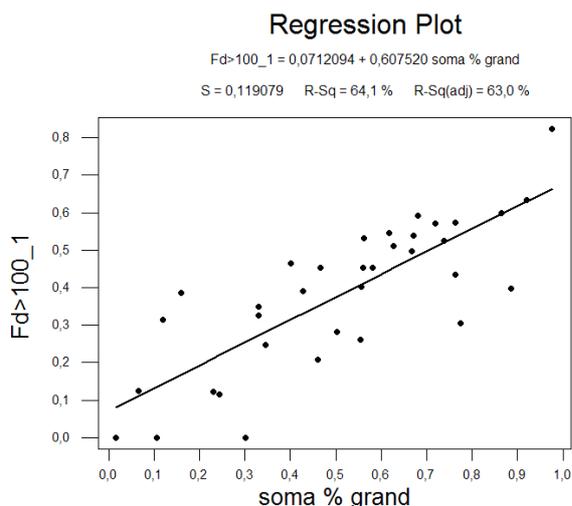


Figura 3 – Diagrama de espalhamento entre uso e clareira no PA

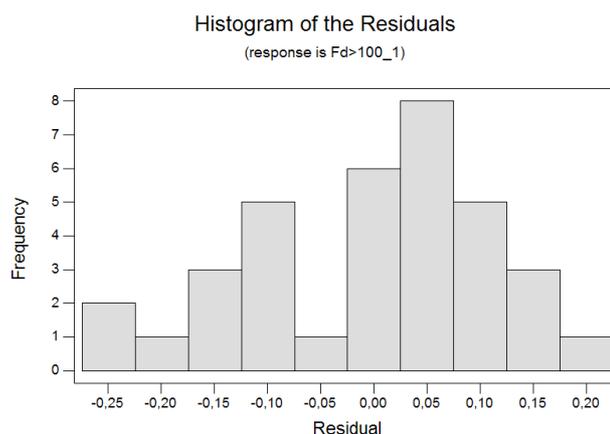


Figura 4 – Histograma de resíduos

Um resultado semelhante foi obtido no estado de Rondônia, entretanto, com um coeficiente de determinação inferior, de  $R^2=39,8$  quando utilizada a fração de uso na classe de tamanho de média/grande propriedade (%uso>500ha), ou de  $R^2=38,2$  quando a variável explicativa é representada pela fração de uso na classe de grande propriedade (%uso>1000ha). No caso de Rondônia, a medida de clareira que foi mais bem explicada foi a de fração “clareira grande b=>200ha”. As figuras abaixo mostram a similaridade entre os dois modelos, assim como, seu menor poder explicativo em relação aos dados do Pará.

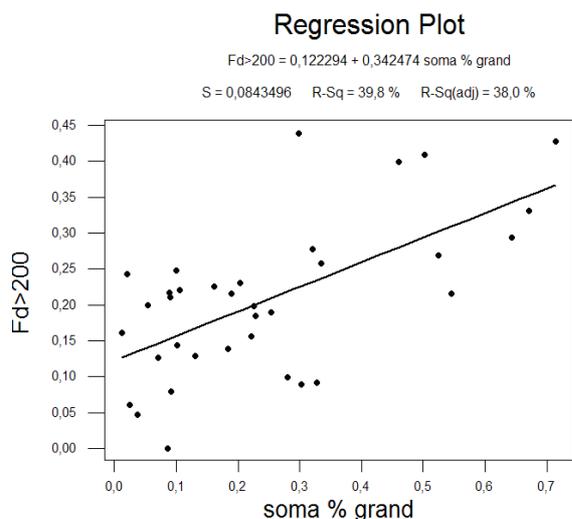


Figura 5 – Diagrama de espalhamento (x=%uso>500ha)

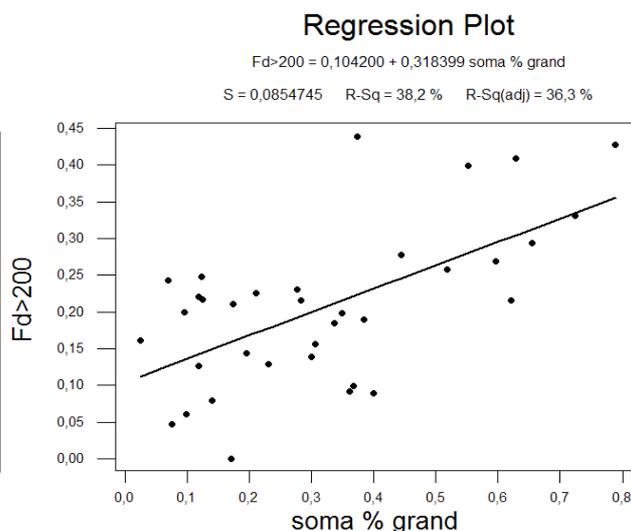


Figura 6 – Diagrama de espalhamento (x=%uso>1000ha)

Pode-se observar nos gráficos um maior espalhamento dos erros em relação à reta, entretanto, ainda sim, uma tendência linear na relação entre as duas variáveis. Para melhor responder esta questão, um teste F foi aplicado ao modelo da figura 5, e foi constatada, com 95% de certeza, a linearidade na relação (p-valor <0,01).

Dentre os três estados, o modelo do estado de Mato Grosso foi o que teve pior ajuste linear. No gráfico abaixo pode-se observar um espalhamento muito grande ao redor da reta ajustada. Neste estado, explica-se apenas 30% da variação na porcentagem de clareiras acima de 100ha pela variável do censo representativa da fração de uso na classe de grande propriedade “b” (%uso>1000ha). Mesmo com um poder explicativo baixo, pode ser constatada uma tendência linear na relação entre essas duas variáveis (p-valor = 0,002). É importante notar, mais uma vez, que o poder explicativo do modelo e a dispersão dos resíduos são muito semelhantes para ambas as duas frações de classe de uso estudadas (Figura 7) (Figura 8).

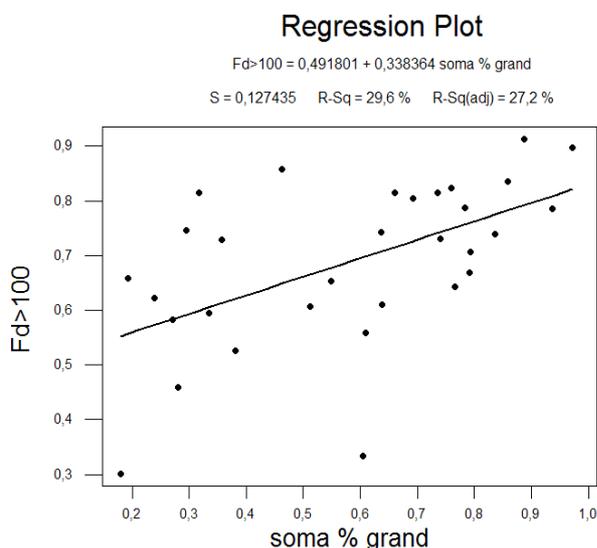


Figura 7 – Diagrama de espalhamento (x=%uso>1000ha)

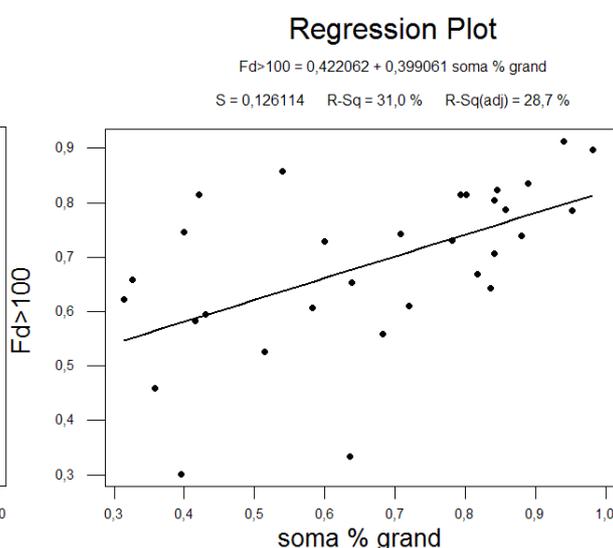


Figura 8 – Diagrama de espalhamento (x=%uso>500ha)

## 7. Discussão e considerações finais

Através da análise estatística entre as variáveis representativas do tamanho de propriedade e as variáveis dependentes de fração de tamanho de clareiras, pôde-se observar uma tendência linear na explicação de uma pela outra quando utilizadas determinadas frações de uso e tamanho de clareira. Dependendo do estado, a utilização de uma única variável representativa de uso da terra foi o suficiente para explicar entre 30% e 65% da variação no tamanho da clareira.

Através de uma investigação rigorosa dos resíduos e outliers, deve-se aumentar ainda mais o poder explicativo dos modelos. No caso do Mato Grosso, que apresentou uma dispersão muito grande nos dados, verificou-se que alguns municípios apresentaram um valor muito baixo no número de incrementos, dando menos confiabilidade ao dado, distorcendo talvez, a relação das variáveis. Outra questão a ser levantada neste estado foi a grande ocorrência de cerrado em áreas muito próximas de uso, que podem estar gerando incompatibilidade entre os dados de uso do censo, e de desflorestamento do Prodes. Em alguns municípios como, por exemplo, Araputanga e Arenópolis, uma pequena porcentagem (+- 0,03%) do uso, atribuídas no censo como “terras

inaproveitáveis”, podem estar ocorrendo devido a presença de áreas de cerrado próximas a esses municípios, no Prodes classificadas como “não floresta” (Figura 9) (Figura 10).

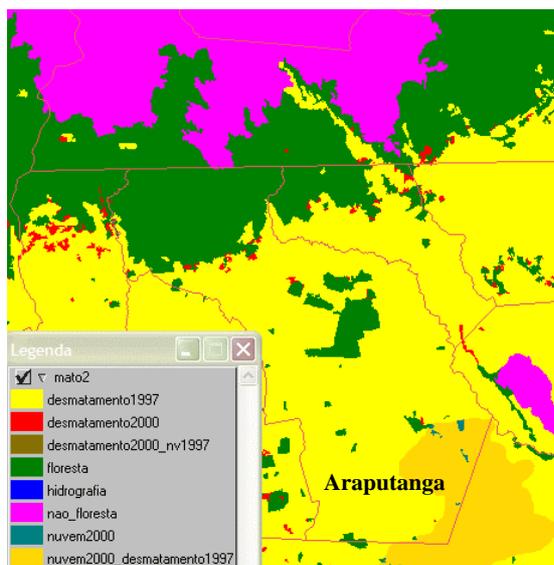


Figura 9 – Mapa de desflorestamento Prodes 1997-2000 - Araputanga

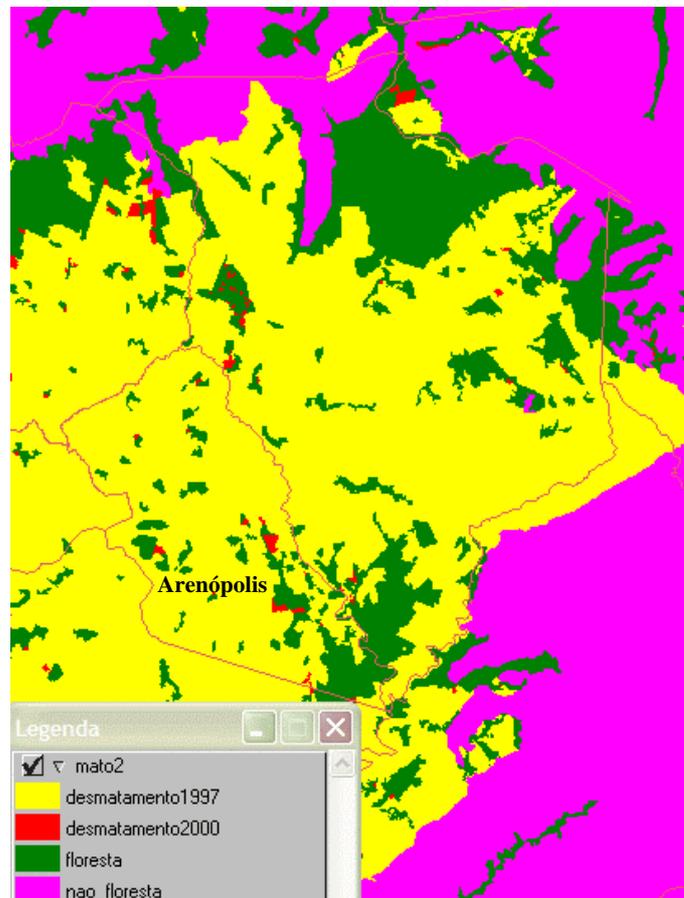


Figura 10 – Mapa de desflorestamento Prodes 1997-2000 - Arenópolis

Nos outros estados, também puderam ser verificadas algumas discrepâncias, entretanto com menor frequência, devido a menor quantidade de municípios afetados por coberturas de cerrado. Como dado adicional, foram computadas as médias das duas frações de tamanho médio e grande de clareiras para os municípios dos três estados. Como esperado, o estado de Mato Grosso obteve a maior média em ambas frações, 66% e 50% respectivamente. Já Rondônia e Pará apresentaram valores mais baixos e bem parecidos entre si: 22% e 38% em Rondônia, 24% e 39% no Pará.

## 8. Referências bibliográficas

ALVES, D.S. An analysis of the geographical patterns of deforestation in the Brazilian Amazon in the period 1991-1996. In: WOOD, C.H.; PORRO, R. **Deforestation and Land Use in the Amazon**. Gainesville: University Press of Florida, 2002a. p. 95-106.

ALVES, D.S. Space-time dynamics of deforestation in Brazilian Amazônia. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n. 14, p. 2903-2908, 2002b.

- ALVES, D.S. O processo de desmatamento na Amazônia. In: **Parcerias Estratégicas**, n. 12, 2001. p. 259-275.
- BECKER, B.K. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? In: **Parcerias Estratégicas**, n. 12, 2001.
- CASTRO, E.R.; MONTEIRO, R.; CASTRO, C. P. **Atores e relações sociais em novas fronteiras na Amazônia**: estudo sobre dinâmicas sociais na fronteira, desmatamento e expansão da pecuária na Amazônia. Belém, 16 jun. 2002.
- FEARNSIDE, P. Deforestation in Brazilian Amazônia; the effect of population and land tenure. **Ambio**, v. 22, n. 8, p. 537-545, 1993.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Agropecuário 1995/1996**. Disponível no website [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), 1998.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Projeto Prodes**. São José dos Campos: INPE, 2000.
- MACHADO, L.A. A fronteira agrícola na Amazônia brasileira. In: BECKER, B.K.; Christofolletti, A.; Davidoch, F.R.; Geiger, P.P. **Geografia e Meio Ambiente no Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998. p. 181-217.
- Tardin, A.T. Subprojeto desmatamento: convênio IBDF/CNPq-INPE. Relatório técnico. **INPE-1649-RPE/103**. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1980.
- WALKER, R.; MORNA, E.; ANSELIN, L. Deforestation and cattle ranching in the Brazilian Amazon: external capital and household processes. **World Development**, Montreal, v. 28, n. 4, p. 683-699, 2000.