

## **A dinâmica do desmatamento próximo de rodovias em duas cidades da Amazônia: Cruzeiro do Sul e Rio Branco, Estado do Acre, no período de 1985 a 2003.**

Letícia Palazzi Perez <sup>1,4</sup>  
Homero Fonseca Filho <sup>2,4</sup>  
TatianaMora Kuplich <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Prefeitura do Município de Diadema  
Serviço de Cartografia  
letícia.palazzi@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo - USP/EACH  
Rua Arlindo Bettio, 1000 - 03828-000 – São Paulo - SP, Brasil  
homeroff@usp.br

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
tmk@ltd.inpe.br

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes  
Universidade de São Paulo - USP/EP

**Abstract.** This work relates deforesting data in two Amazon cities, Rio Branco and Cruzeiro do Sul, in the State of Acre, with the existence of access routes, specially roads and shows the evolution of deforesting between 1985 and 2003, by means of deforesting synthesis maps in the two municipalities. The data used in this work were generated by PRODES of INPE, which uses Landsat image processing methodology to estimate the deforesting in the Brazilian Legal Amazon. The main conclusions are: a) having considered a 1 km buffer along the roads, about 80% of this area was identified as deforested, in the Rio Branco region and about 55% of it was identified as deforested in the Cruzeiro do Sul region, in the period studied. b) the access routes are deforesting facilitators, and they are the reason for its occurrence in the two cities studied, and along the axis of the River Juruá-Mirim, that is, a hydroway in the Rio Branco municipality.

**Key words:** remote sensing, image processing, transportation. sensoriamento remoto, processamento de imagens, transportes

### **1. Introdução**

O Estado do Acre, assim como todos os Estados da Amazônia Legal Brasileira, também sofre com a exploração descontrolada de seus recursos naturais. As origens do desmatamento no Estado estão associadas à exploração da borracha, que incentivou ocupação territorial não indígena, por trabalhadores nordestinos, a partir da segunda metade do século XIX. As fases de expansão e retração do ciclo da borracha levaram, respectivamente, a migração aos seringais e posterior êxodo para as cidades.

A população dos seringais migrou para os centros urbanos, principalmente para o Baixo Acre, região onde se localiza o município de Rio Branco. Outros centros urbanos também originados em regiões de seringais, entretanto, foram menos procurados pelos migrantes, como é o caso do Vale do Juruá, região onde o município de Cruzeiro do Sul está localizado. Rio Branco é a capital do Estado do Acre, e também concentra a maior população do Estado, enquanto que Cruzeiro do Sul o segundo maior centro urbano do Acre, apresenta uma dinâmica de crescimento urbano e populacional diferente de Rio Branco.

As estradas não são causas, mas sim facilitadores do processo de desmatamento na Amazônia. As políticas públicas de ocupação da Amazônia das décadas de 1960 e 1970, que visavam ligar a região ao restante do país, representam um fator importante nesta afirmação.

Para que tais políticas fossem implementadas, foi necessário construir estradas para facilitar a entrada de migrantes colonos na região.

Neste contexto, os objetivos deste trabalho são: a) relacionar os resultados do desmatamento, obtidos pelo PRODES com a existência de estradas, no que diz respeito às direções do desmatamento e área desmatada; b) gerar mapas síntese do desmatamento para os dois municípios.

## **2. Materiais**

### **2.1 Área de Estudo**

O Estado do Acre localiza-se no extremo noroeste do Brasil, participando com 2,93% dos 5,2 milhões de Km<sup>2</sup> do total da região conhecida como Amazônia Legal Brasileira.

Para este estudo foram escolhidos dois municípios do Acre: Rio Branco e Cruzeiro do Sul. A escolha destes municípios deu-se pelo fato dos mesmos serem os mais antigos e importantes do Estado, mas que seguiram trajetórias diferentes de desenvolvimento, crescimento populacional e, conseqüentemente, diferentes modos de transformação da floresta.

O município de Rio Branco, capital do Estado, situa-se na região sudeste do Acre, regional administrativa do Baixo Acre, nas coordenadas centrais aproximadas de S 9° 59' e W 67° 51', possui uma extensão territorial de cerca de 9.000 km<sup>2</sup> e população estimada para 2005 de 307.731 mil habitante, divididos, aproximadamente, em 17% na área rural e 63% na área urbana, e a malha rodoviária consiste nas estaduais AC-090, AC-040 e AC-010 e as federais BR-364 e BR-317, que ligam Rio Branco ao restante do Estado, bem como fazem a ligação do município com os Estados de Rondônia e Amazonas.

O município de Cruzeiro do Sul está situado a noroeste do Estado do Acre, regional administrativa de Juruá, coordenadas centrais aproximadas de S 8° 00' e W 72° 40', possui uma extensão territorial de cerca de 8.000 km<sup>2</sup> e população estimada para 2005 de 84.335 mil habitantes, com cerca de 42.5% desta população em área rural e 57.5% em área urbana, o acesso rodoviário é precário, pois boa parte da BR-364, que liga Cruzeiro do Sul a capital Rio Branco, ainda não é asfaltada, ficando interdita no período chuvoso, de novembro a abril. As estradas estaduais que conectam o município aos vizinhos Mâncio Lima e Rodrigues Alves são a AC-405 e AC-407, ambas asfaltadas. O transporte fluvial ocorre principalmente por pequenas, médias e grandes embarcações que cruzam o rio Juruá, por onde é feita a conexão comercial da região, principalmente com o Estado do Amazonas.

### **2.2 Dados de Sensoriamento Remoto**

A metodologia do Projeto de Estimativa do Desmatamento Bruto da Amazônia (PRODES), do INPE (INPE, 2006a), utiliza as bandas 3, 4 e 5 das imagens do sensor Thematic Mapper, a bordo dos satélites Landsat, para o mapeamento do desmatamento na Amazônia Legal Brasileira.

Para estudar Rio Branco e Cruzeiro do Sul foram necessárias 7 cenas Landsat/TM ou ETM+ para cada um dos anos estudados. Todas as imagens foram gentilmente cedidas pelo INPE, dentro do Projeto Acre, que consistiu em reuplicar a metodologia PRODES para todo o Estado do Acre, de 1985 a 1997.

### **2.3 Dados Vetoriais**

Para o recorte das imagens e dos mapas temáticos para a geração das medidas de classes de desmatamento, foram utilizados dados vetoriais, referentes ao entorno das cenas Landsat/TM, bem como dados vetoriais correspondentes aos limites dos municípios de Rio Branco e Cruzeiro do Sul, fornecidos pelo IBGE (2006).

Os limites das cenas Landsat/TM encontram-se disponíveis no sítio do SPRING (INPE, 2006b), no link “dados”, dentro do Atlas BR, que consiste em um BD SPRING com informações vetoriais e tabulares, referentes a todos os municípios brasileiros, além da grade do recobrimento, no país, pelo satélite Landsat.

Os limites municipais foram cedidos gentilmente pelo INPE, referentes à atualização do IBGE (IBGE, 2006) aos limites contidos no BD SPRING.

Os vetores, linhas que representam as rodovias, foram gentilmente cedidos pelo IMAC (Acre, 2000).

### **3. Materiais**

#### **3.1 Área de Estudo**

O Estado do Acre localiza-se no extremo noroeste do Brasil, participando com 2,93% dos 5,2 milhões de Km<sup>2</sup> do total da região conhecida como Amazônia Legal Brasileira.

Para este estudo foram escolhidos dois municípios do Acre: Rio Branco e Cruzeiro do Sul. A escolha destes municípios deu-se pelo fato dos mesmos serem os mais antigos e importantes do Estado, mas que seguiram trajetórias diferentes de desenvolvimento, crescimento populacional e, conseqüentemente, diferentes modos de transformação da floresta.

O município de Rio Branco, capital do Estado, situa-se na região sudeste do Acre, regional administrativa do Baixo Acre, nas coordenadas centrais aproximadas de S 9° 59' e W 67° 51', possui uma extensão territorial de cerca de 9.000 km<sup>2</sup> e população estimada para 2005 de 307.731 mil habitantes, divididos, aproximadamente, em 17% na área rural e 63% na área urbana, e a malha rodoviária consiste nas estaduais AC-090, AC-040 e AC-010 e as federais BR-364 e BR-317, que ligam Rio Branco ao restante do Estado, bem como fazem a ligação do município com os Estados de Rondônia e Amazonas.

O município de Cruzeiro do Sul está situado a noroeste do Estado do Acre, regional administrativa de Juruá, coordenadas centrais aproximadas de S 8° 00' e W 72° 40', possui uma extensão territorial de cerca de 8.000 km<sup>2</sup> e população estimada para 2005 de 84.335 mil habitantes, com cerca de 42.5% desta população em área rural e 57.5% em área urbana, o acesso rodoviário é precário, pois boa parte da BR-364, que liga Cruzeiro do Sul a capital Rio Branco, ainda não é asfaltada, ficando interdita no período chuvoso, de novembro a abril. As estradas estaduais que conectam o município aos vizinhos Mâncio Lima e Rodrigues Alves são a AC-405 e AC-407, ambas asfaltadas. O transporte fluvial ocorre principalmente por pequenas, médias e grandes embarcações que cruzam o rio Juruá, por onde é feita a conexão comercial da região, principalmente com o Estado do Amazonas.

#### **3.2 Dados de Sensoriamento Remoto**

A metodologia do Projeto de Estimativa do Desmatamento Bruto da Amazônia (PRODES), do INPE (INPE, 2006a), utiliza as bandas 3, 4 e 5 das imagens do sensor Thematic Mapper, a bordo dos satélites Landsat, para o mapeamento do desmatamento na Amazônia Legal Brasileira.

Para estudar Rio Branco e Cruzeiro do Sul foram necessárias 7 cenas Landsat/TM ou ETM+ para cada um dos anos estudados. Todas as imagens foram gentilmente cedidas pelo INPE, dentro do Projeto Acre, que consistiu em reaplicar a metodologia PRODES para todo o Estado do Acre, de 1985 a 1997.

#### **3.3 Dados Vetoriais**

Para o recorte das imagens e dos mapas temáticos para a geração das medidas de classes de desmatamento, foram utilizados dados vetoriais, referentes ao entorno das cenas

Landsat/TM, bem como dados vetoriais correspondentes aos limites dos municípios de Rio Branco e Cruzeiro do Sul, fornecidos pelo IBGE (2006).

Os limites das cenas Landsat/TM encontram-se disponíveis no sítio do SPRING (INPE, 2006b), no link “dados”, dentro do Atlas BR, que consiste em um BD SPRING com informações vetoriais e tabulares, referentes a todos os municípios brasileiros, além da grade do recobrimento, no país, pelo satélite Landsat.

Os limites municipais foram cedidos gentilmente pelo INPE, referentes à atualização do IBGE (IBGE, 2006) aos limites contidos no BD SPRING.

Os vetores linhas que representam as rodovias foram gentilmente cedidos pelo IMAC (Acre, 2000).

#### **4. Metodologia**

A metodologia utilizada neste trabalho está dividida em duas partes. A primeira foi a mesma desenvolvida pelo PRODES Digital (INPE, 2006a; Shimabukuro et al., 2000; Valeriano, sem data), ambientada no software SPRING, Camara et al. (1996), utilizando o processamento de imagens Landsat/ TM e ETM+. A esta metodologia foram agregadas a geração de mapas síntese do desmatamento e criação de buffers no entorno das estradas, para medir o desmatamento no entorno das vias de acesso..

Os dados de 1985 a 1994 foram gerados dentro do projeto PRODES - Acre, financiado pelo INPE. Os dados de 1997 a 2003 são do PRODES e estão disponíveis na internet (INPE, 2006a).

##### **4.2.1 Mapas síntese**

Para melhor compreensão da dinâmica do desmatamento em Rio Branco e Cruzeiro do Sul, foi gerado um mapa síntese para cada município.

Para a confecção destes mapas, o desmatamento relativo a cada ano de estudo foi colorido de uma cor. Além do desmatamento, somente a classe Floresta, relativa ao último ano de estudo, 2003, foi desenhada, para evitar poluição visual.

A estes mapas foram agregados os vetores de estradas pertencentes à área de cada um dos municípios.

##### **4.2.2. Buffers de desmatamento no entorno das estradas**

Para uma análise quantitativa da relação entre as estradas e o desmatamento em Rio Branco e Cruzeiro do Sul, foram gerados buffers de 500 metros e 1.000 metros no entorno dos vetores de estrada, e estes buffers foram cruzados com o layer de desmatamento.

Assim foi possível estimar quanto havia de desmatamento em distâncias estipuladas de 500 metros e 1.000 metros da estrada, para cada ano de estudo, para cada município.

Os buffers foram estipulados em 500 metros e 1000 metros por serem estas, respectivamente, as menores e maiores distâncias de polígonos das linhas de estradas em Cruzeiro do Sul, que é o município que apresenta os menores valores de desmatamento.

Para melhor compreensão dos resultados, estes são apresentados em valores relativos aos desmatamentos totais de cada município para cada ano de estudo.

#### **5. Resultados e Discussão**

Para melhor compreensão dos resultados, é necessário observar as datas de construção e pavimentação das estradas no Acre. Vide Tabela 1. Levando em consideração que as estradas já estavam ao menos implementadas em 1985, é mais fácil compreender que as áreas onde se concentram os maiores focos de desmatamento acompanham as linhas das rodovias. À oeste de Rio Branco, onde se encontra a AC-090, ainda não asfaltada, o desmatamento começa a ser mais expressivo a partir de 1991.

Tabela 1 - Histórico das Rodovias de Rio Branco e Cruzeiro do Sul

Rodovias	Extensão (Km)	Ano de abertura	Ano de início da pavimentação	Ano de conclusão da pavimentação	Município
BR-364	870 aprox.	1974	1985	Não concluída	Rio Branco/Cruzeiro do Sul
BR-317	415,7	1974	1998	Não concluída	Rio Branco
AC-10	63	1975	1984	1986	Rio Branco
AC-40	100	1975	1983	1984	Rio Branco
AC-90	100*	1978	1982	Não concluída	Rio Branco
AC-405	52	1975	2000	2006	Cruzeiro do Sul
AC-407	46	1979	1997	1998	Cruzeiro do Sul

Fonte: DER-Acre

Os resultados dos cruzamentos entre os buffers de 500 metros e 1.000 metros no entorno das rodovias são apresentados na Tabela 2.

Em Rio Branco, em 1985 mais de 75% da área desmatada do município distribui-se numa distância máxima de 500 metros das rodovias. Entre 1988 e 1994, para o mesmo município, praticamente 80% do desmatamento concentra-se a 500 metros das rodovias, e entre 1997 e 2003 esta concentração passa dos 80%.

Com relação aos buffers de 1.000 metros, em Rio Branco a área desmatada a 1.000 das rodovias é de (ou muito próxima a) 80% entre 1985 e 1994, passando dos 80% de 1997 até 2003.

Tabela 2 – Porcentagem de área desmatada a 500 metros e a 1000 metros ao redor das rodovias em Rio Branco e Cruzeiro do Sul, AC, entre 1985 e 2003.

Ano	Buffer 500 m (% da área desmatada)		Buffer 1000 m (% da área desmatada)	
	Rio Branco	Cruzeiro do Sul	Rio Branco	Cruzeiro do Sul
1985	75,5	56,0	80,0	57,0
1988	79,3	56,0	80,5	57,0
1991	78,5	55,7	79,0	56,5
1994	79,4	54,8	79,7	56,2
1997	83,9	56,5	84,0	57,9
2000	82,7	58,5	82,9	59,5
2003	81,6	54,4	81,7	55,0

Em Cruzeiro do Sul, a concentração de área desmatada a uma distância de 500 metros das rodovias é próxima de 55%, praticamente constante durante todo o período estudado. Em relação aos buffers de 1.000 metros no entorno das rodovias, os valores são próximos a 57% entre 1985 e 1994, mas em 1997 praticamente 58% do desmatamento concentra-se a 1.000 metros das rodovias, e em 2000 quase 60% do desmatamento está a esta distância das estradas. Em 2003 a porcentagem de área desmatada ao longo das rodovias cai para 55%, ou seja, o incremento do desmatamento de Cruzeiro do Sul de 2000 para 2003 deu-se longe das rodovias.

As Figuras 1 e 2 apresentam os mapas síntese de Rio Branco e Cruzeiro do Sul, e mostram que o desmatamento segue a linha das rodovias. A Figura 2 apresenta, além das rodovias, uma linha que representa o rio Juruá-Mirim, dado acrescentado por ser nítido que a linha de desmatamento ao sul do município de Cruzeiro do Sul segue a mesma tendência das estradas, mas em relação a um rio. Ou seja, mais uma vez um eixo de desmatamento segue uma via de acesso, neste caso, uma hidrovia.

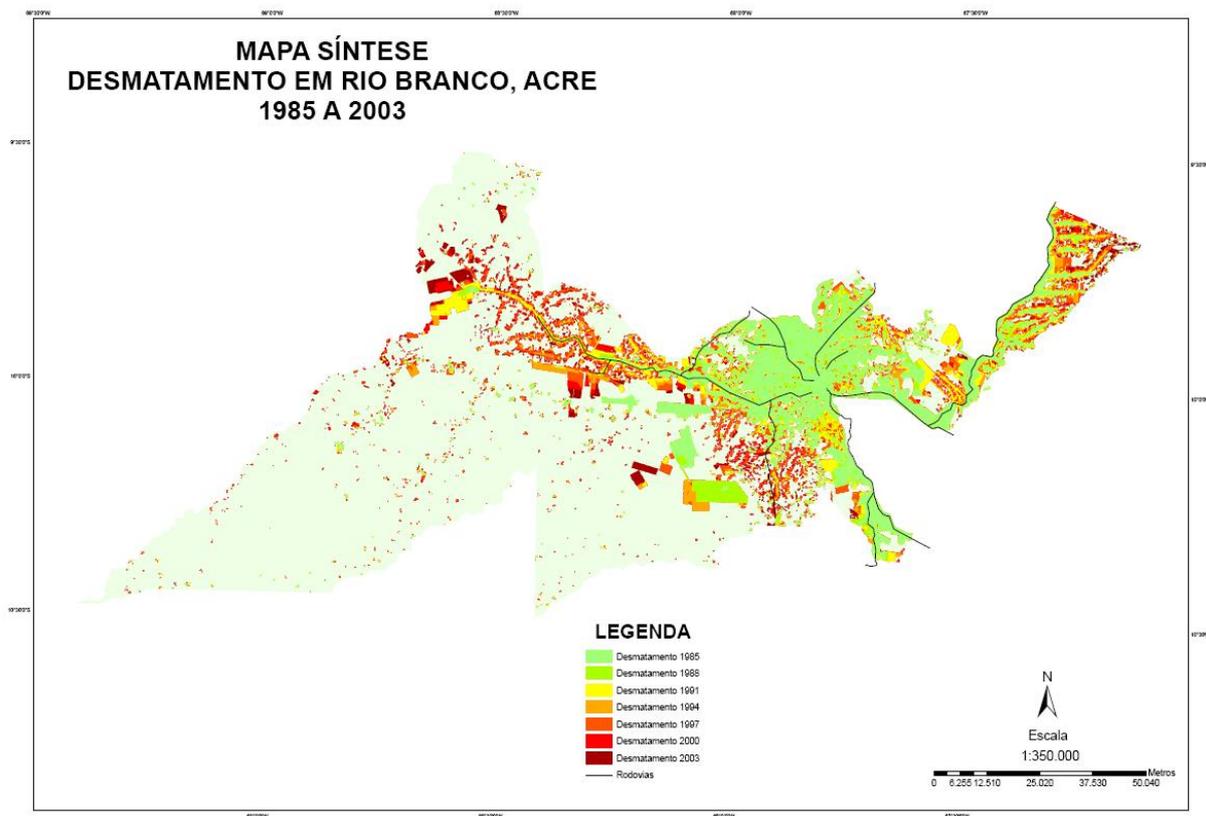


Figura 1. Mapa síntese do desmatamento no município de Rio Branco, Estado do Acre, entre 1985 e 2003

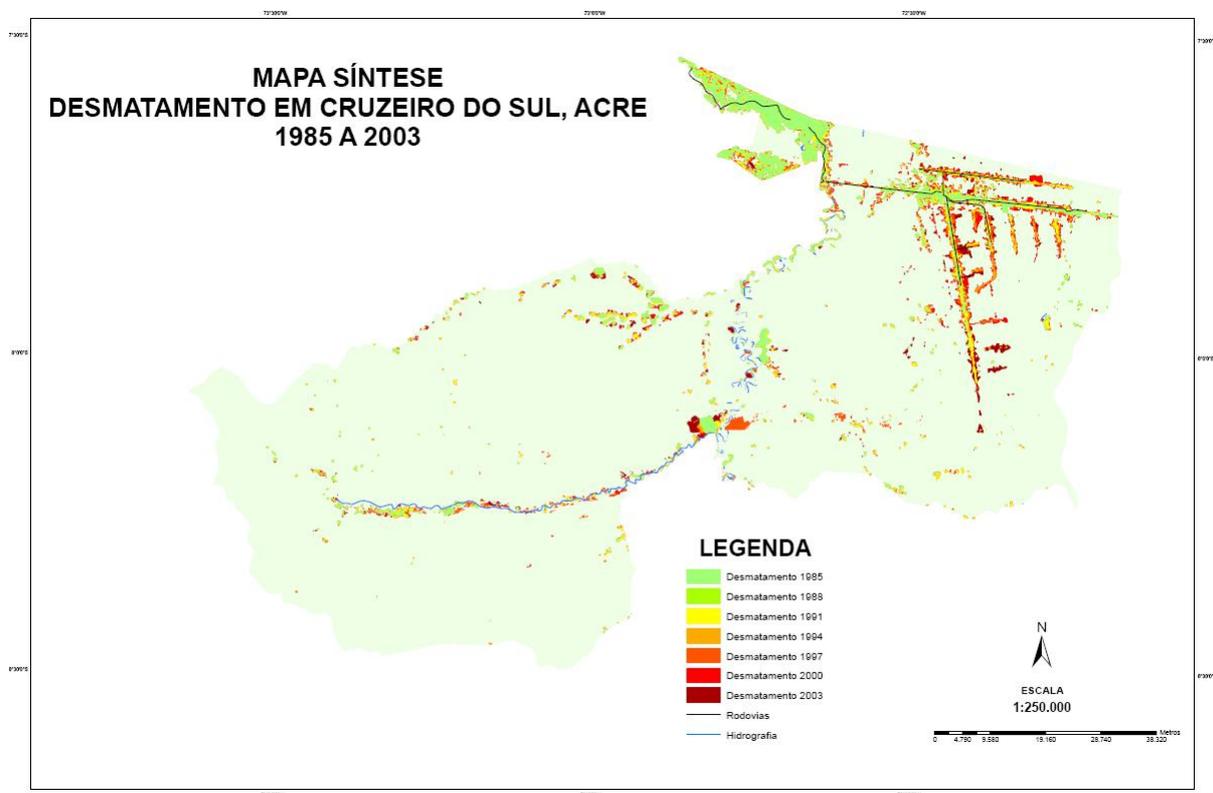


Figura 2. Mapa síntese do desmatamento no município de Cruzeiro do Sul, Estado do Acre, entre 1985 e 2003

## 6. Conclusões

Analisando os resultados apresentados, sejam eles os mapas ou tabelas, foi possível concluir que:

- a) Em Rio Branco o desmatamento concentra-se no leste do município. A área central de Rio Branco foi quase toda mapeada em 1985 e o desmatamento segue a linha das rodovias. Em Cruzeiro do Sul o desmatamento também segue o eixo das rodovias e a maior concentração de área desmatada aparece a noroeste do município. Neste trecho o desmatamento foi quase todo mapeado em 1985, além de um foco de desmatamento constantemente crescente, mapeado no centro-sul de Cruzeiro do Sul.
- b) A via de acesso é um facilitador do processo de desmatamento, e é por isso que o desmatamento aparece próximo das rodovias. No caso de Cruzeiro do Sul há um eixo de desmatamento ao sul do município que segue o eixo do Rio Juruá-Mirim, ou seja, de uma hidrovia.
- d) Em Rio Branco praticamente 80% do desmatamento encontra-se a, no máximo, 1.000 metros ao longo das rodovias, enquanto que em Cruzeiro do Sul o desmatamento concentrado ao longo das rodovias não chega a 60% do total de área desmatada.
- e) A diferença entre a malha rodoviária de Rio Branco e Cruzeiro do Sul colabora com a diferença das áreas desmatadas nos dois municípios. Com poucas estradas para escoar a produção em Cruzeiro do Sul, esta torna-se menos representativa, se comparada a Rio Branco. Com baixa produção há pouca mudança no uso do solo e, conseqüentemente, menos desmatamento.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Programa de Apoio à Pós-Graduação – PROAP da CAPES pelos auxílios financeiros e bolsa de estudos.

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e ao O Instituto de Meio Ambiente do Acre - IMAC pela fornecimento de dados utilizados na pesquisa.

## Referências Bibliográficas

- Acre. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre**, 2000. 1 CD-ROM.
- Camara G; Souza RCM; Freitas UM; Garrido. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" **J Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. UF ACRE, 2001 - Disponível em: < <http://www.2.ibge.gov.br/pub/Cartas e Mapas> > Acesso em 12 dez. 2006.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. PRODES Digital. Disponível em: < <http://www.obt.inpe.br/prodesdigital> > Acesso em 02 mar. 2006a.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. SPRING. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring>> Acesso em 02 mar. 2006b
- Shimabukuro, Y. E., Duarte, V., Mello, E.M.K., Moreira, J.C. **Apresentação da metodologia de criação do PRODES digital**. (INPE-7520-PUD/41). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2000.
- Valeriano, D.M.; Mello, E.M.K., Moreira, J.C., Shimabukuro, Y.E., Duarte, V., Souza, I.M., Santos, J.R., Barbosa, C.C.F., Souza, R.M.C. **Monitoring tropical Forest from the space: the PRODES digital project**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.