

Notas e Resenhas

ESTIMATIVA DO DESMATAMENTO EM CRUZEIRO DO SUL, ESTADO DO ACRE, NO PERÍODO DE 1985 A 2003

GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 32, n. 2, p. 475-486, mai./ago. 2007.

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 (ZEE, 2000). As fases de expansão e retração do ciclo da borracha levaram, respectivamente, a migração aos seringais e posterior êxodo para as cidades.

As políticas de ocupação do Estado do Acre e Sudoeste da Amazônia, região também conhecida como Amazônia Ocidental, causaram grandes mudanças sociais e ambientais na paisagem desta região. Nas décadas de 60 e 70, os grandes projetos agropecuários e de integração governamentais levaram pequenos agricultores para esta região. Projetos de colonização dirigida promoveram a ocupação do Estado do Acre, mudando o perfil de um estado cuja economia era baseada principalmente na extração de borracha, acelerando o processo de desmatamento em prol da ocupação para atividades agrícola. Ainda, de 1976 a 1982 os projetos de assentamento, que promoveram a colonização e ocupação de lotes destinados à pequena propriedade agrícola, foram implantados, tendo assentado em torno de 10 mil famílias, sem, no entanto, nenhuma preocupação social ou ambiental (LUCHIARI, 1986). A decadência da borracha, causada principalmente pelo aparecimento da borracha sintética já na primeira metade do século XX, ocasionou a venda de extensos seringais para latifundiários que passaram a explorar a pecuária.

A população dos seringais migrou para aos 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 localizada. Esta região conseguiu manter sua população em atividades seringueiras por mais tempo, dado seu isolamento geográfico (ACRE, 2000).

O município de Cruzeiro do Sul é o segundo maior centro urbano do Acre, mas apresenta uma dinâmica de crescimento urbano e populacional diferente de Rio Branco, que é a maior cidade do Estado. A baixa concentração populacional de Cruzeiro do Sul se dá pelo difícil acesso à região, por falta de vias de transporte, já que a principal via de acesso que liga Cruzeiro do Sul a Rio Branco, a Rodovia BR-364, é transitável somente nos meses secos, pois ainda não é asfaltada. No Vale do Juruá, existem vias de acesso asfaltadas para os municípios vizinhos – a Leste com Tarauacá, ao Sul com Porto Walter e a Oeste com Mâncio Lima, mas a ligação dos núcleos urbanos com o interior é praticamente inexistente. Ao Norte, Cruzeiro do Sul faz divisa com o estado do Amazonas, por onde são feitas as principais ligações comerciais, via balsa ou avião (ACRE, 2000).

Com o intuito de dar suporte à fiscalização do desmatamento na Amazônia, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolve desde 1988 o PRODES, gerando mapas anuais do desmatamento da Amazônia Legal, assim como estimativas das áreas e taxas de desmatamento. Inicialmente tais mapas eram elaborados através da interpretação visual das imagens, mas, a partir de 1997, a metodologia baseia-se no processamento digital das imagens

Thematic Mapper (TM)/Landsat. A metodologia do PRODES, agora denominado Digital, consiste, sucintamente, nas seguintes etapas: (i) geo-referenciamento das imagens; (ii) geração de imagens-fração solo e sombra, através da aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral; (iii) segmentação e classificação automática das imagens-fração solo e sombra; (iv) interpretação visual e edição das classificações, eliminando polígonos classificados erroneamente e adicionando polígonos não-classificados; (v) geração dos dados temáticos e mosaicos das classificações, gerando os mapas de desmatamento para a área de interesse.

Como a metodologia PRODES está consagrada para o mapeamento do desmatamento na Amazônia, a mesma foi utilizada neste trabalho,

Os objetivos deste trabalho são:

- a) estimar a área desmatada e o incremento do desmatamento no município de Cruzeiro do Sul, a cada três anos, no período compreendido entre 1985 e 2003;
- b) verificar em que períodos ocorreram os maiores incrementos de desmatamento e em que direção o mesmo avançou mais intensamente no período estudado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O município de Cruzeiro do Sul está situado a noroeste do Estado do Acre, nas coordenadas centrais aproximadas de 8° 00" S e 72° 40" W, possui uma extensão territorial de cerca de 7.9250 km² e população de aproximadamente 60 mil habitantes, sendo 42.5% em área rural e 57.5% em área urbana (IBGE, 2000).

A vegetação do município divide-se entre a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Aberta, geralmente mescladas com a presença de palmeiras e, principalmente, do bambu, que aparece em aproximadamente 30% do território do Estado do Acre (IBGE, 1992).

ZEE

O trabalho também contou com o auxílio do ZEE do Estado do Acre, como suporte para as discussões sobre o uso do solo (ACRE, 2000).

Dados de Sensoriamento Remoto

Cruzeiro do Sul é coberto por 4 cenas do satélite LANDSAT. Para este trabalho foram utilizadas as seguintes cenas, conforme a Tabela 1, abaixo:

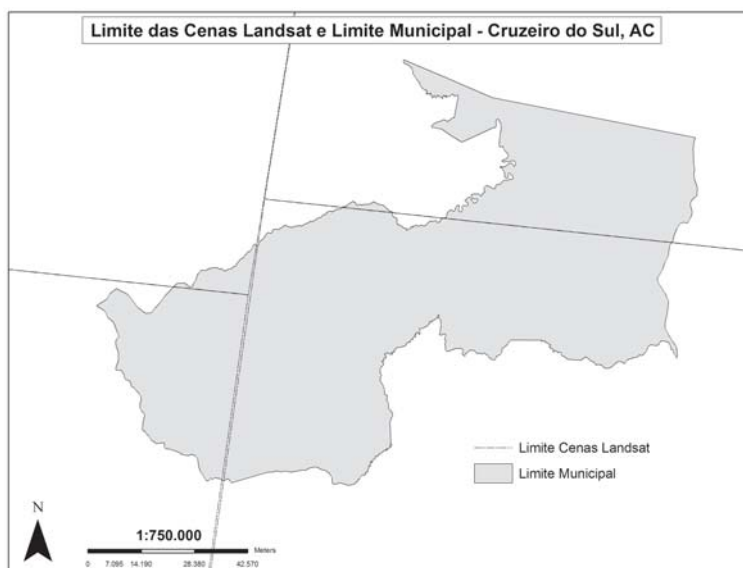
Tabela 1 - Cenas Landsat 5/TM e Landsat/ETM+ utilizadas e respectivas datas

órbita/ ponto	1985	1988	1991	1994	1997	2000	2003
005/65	16/11/1985	01/09/1988	24/07/1991	01/08/1994	22/06/1997	15/12/2000	09/07/2003
005/66	19/08/1985	11/06/1987	09/08/1991	30/06/1994	22/06/1997	08/07/2000	23/06/2003
006/65	03/08/1985	23/08/1988	13/06/1991	23/07/1994	13/06/1997	09/09/2000	03/08/2004
006/66	19/8/1985	23/08/1988	13/06/1991	25/09/1994	31/07/1997	01/09/2000	13/07/2003

Método

O método utilizado foi o preconizado pelo PRODES Digital (Figura 1), que realiza o mapeamento do desmatamento da Amazônia. Detalhes dos métodos utilizados no PRODES Digital podem ser encontrados em Shimabukuro et al. (2000).

Figura 1 - Limites das Cenas Landsat e Limite do Município de Cruzeiro do Sul, Acre

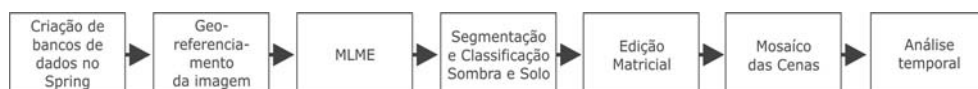


Preparação dos Bancos de Dados

As imagens foram geo-referenciadas a partir de imagens previamente registradas com base em cartas topográficas do IBGE e foi feita a importação das imagens para a estrutura dos bancos de dados do SPRING. As bandas espectrais utilizadas foram 3, 4 e 5, correspondentes às faixas espectrais do visível (região do vermelho), infravermelho próximo e infravermelho médio, respectivamente, dos sensores TM ou ETM+ da série de satélites LANDSAT.

Foram criados mosaicos contendo as cenas que cobrem o município de Cruzeiro do Sul para cada ano de estudo: 1985, 1988, 1991, 1994, 1997, 2000 e 2003. Para a montagem dos mosaicos, cada cena foi recortada com base em arquivo vetorial com o limite municipal, fornecido pelo IBGE (2001) e com os limites superiores, inferiores e laterais das cenas LANDSAT (Figura 2).

Figura 2 - Organograma das fases de mapeamento do desmatamento



Modelo Linear de Mistura Espectral

O PRODES Digital utiliza o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) para estimar a proporção dos componentes vegetação, solo e sombra para cada pixel das cenas, com base na resposta espectral das bandas LANDSAT/TM3, TM4 e TM5. Três novas bandas são resultantes do MLME, representando as proporções de vegetação, de solo e de sombra existente em cada pixel da imagem e chamadas imagens-fração (SHIMABUKURO et al. 2000).

O forte contraste entre áreas florestadas e desflorestadas nas imagens-fração solo e sombra auxilia enormemente o processo de identificação das áreas desflorestadas ou cobertura florestal alterada (SHIMABUKURO et al. 1998). Um exemplo deste contraste é a melhor caracterização do desmatamento em imagem-fração sombra, visto que a superfície do dossel de uma floresta densa apresenta muitas sombras, contrastando com a baixa quantidade de sombras das áreas de solo descoberto ou áreas com floresta em regeneração. Ao final dessa fase, as imagens-fração geradas pelo MLME são reamostradas para a resolução espacial de 60 metros.

Segmentação e Classificação das Imagens Frações- Solo e Sombra

A segmentação de imagem é uma técnica não-supervisionada que precede a classificação e destina-se ao agrupamento de pixels em regiões com características espectrais semelhantes. A segmentação exige a definição de dois limiares: a) o limiar de similaridade, ou seja, faixa mínima de valores de nível de cinza, estabelecido pelo intérprete, dentro da qual duas regiões são consideradas espectralmente similares e agrupadas em uma única região; b) o limiar de área, ou seja, quantidade mínima de pixels para que uma região seja individualizada para formar um polígono. No presente trabalho, as imagens fração-sombra ou fração-solo foram segmentadas pelo método de crescimento de regiões, utilizando os limiares de similaridade de agrupamento de 8 níveis de cinza, e de área estabelecida em -16 pixels, de acordo com o PRODES (SHIMABUKURO et al. 2000).

Após a segmentação das imagens-fração sombra e solo, a classificação foi realizada, ainda de forma não-supervisionada através do algoritmo ISOSEG. Este algoritmo compara os atributos estatísticos das regiões encontradas na segmentação dentro de certos limiares de aceitação pré-determinados que podem variar de 90% a 95%. - As classes resultantes são então associadas às classes de interesse definidas no banco de dados, que neste caso foram: desmatamento, floresta, nuvens e hidrografia, no processo denominado mapeamento de classes.

Edição Matricial das Classificações

A etapa seguinte exige a ação do foto-intérprete. Após a classificação e mapeamento de classes, onde cada polígono é rotulado para a classe adequada, ainda restam polígonos erroneamente classificados ou faltantes. Na edição matricial a correção e a inclusão de áreas eventualmente não classificadas são realizadas.

Os critérios utilizados para a definição de áreas desmatadas ou de floresta alterada foram: (i) cor, (ii) textura, (iii) limites definidos por linhas retas, (iv) contexto ou proximidade a áreas de solo descoberto e/ou de cobertura florestal alterada, (v) ser região individualizada na segmentação das imagens-fração solo e/ou sombra.

Uma vez realizada a edição, cada classificação foi ordenada num banco de dados específico e o mosaico do município de Cruzeiro do Sul para cada data de estudo montado.

Análise Temporal Das Classificações

Para detectar a dinâmica da cobertura do solo no município de Cruzeiro do Sul foi feita uma análise temporal das classificações do período entre 1985 e 2003. Foi utilizada a ferramenta "medida de classes", do SPRING, para gerar tabelas com as áreas das classes estudadas: desmatamento, floresta, nuvem e hidrografia, para cada ano, em quilômetros quadrados. Estes dados foram transformados, então, em porcentagem de área em relação ao total do município.

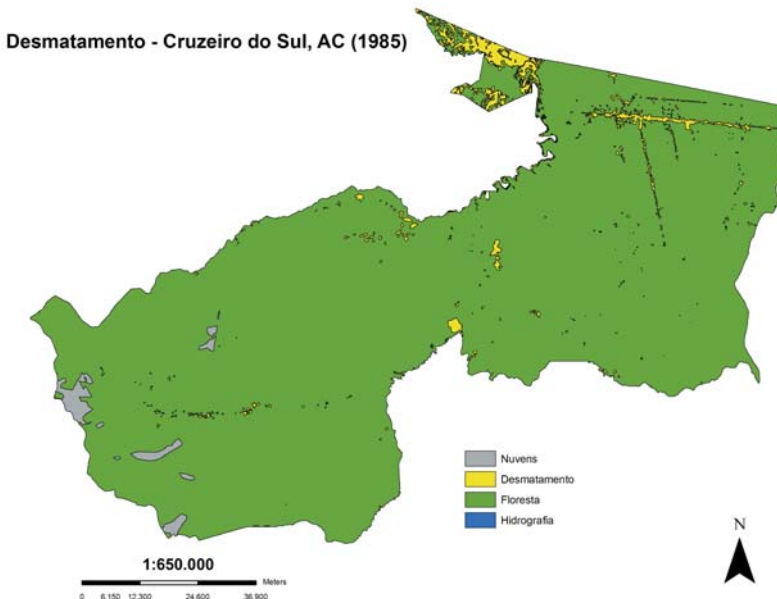
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da classificação e edição dos mosaicos, estão apresentados nos mapas correspondentes às figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Foi possível a comparação entre as áreas que as classes ocupavam nas diferentes datas de estudo. A tabela 2 mostra a área de ocupação das diferentes classes nos períodos estudados. É importante ressaltar que os dados de desmatamento referem-se ao desmatamento acumulado entre as datas estudadas, ou seja, a cada 3 anos. Em 2003, por exemplo, foi observada uma área desmatada de aproximadamente 465 km² (5,62% da área total do município), referente à soma do desmatamento observado nos três anos anteriores (2001, 2002 e 2003). Também, vale lembrar que a presença de nuvens, em algumas datas pode estar encobrindo as classes em estudo. As áreas das classes na tabela 2 devem ser consideradas como aproximadas. A tabela 3 mostra a porcentagem de cada classe em relação à área total do município de Cruzeiro do Sul.

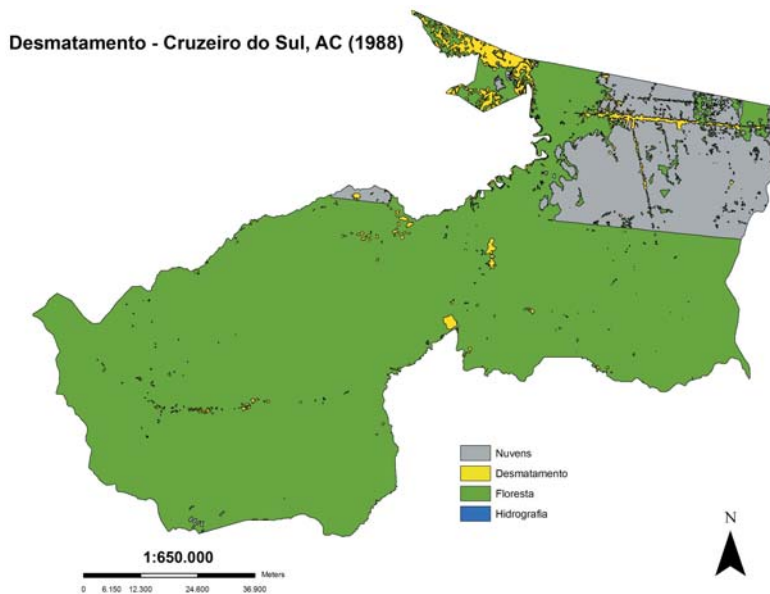
As diferenças em área na classe de hidrografia devem-se às diferenças sazonais nos níveis dos rios do município, ocasionando a maior ou menor presença desta classe nas classificações realizadas.

Comparando-se as tabelas 2 e 3 com os dados apresentados no ZEE do Estado do Acre, percebe-se coerência entre os resultados. Em 1997 os mapas mostram que 4,17% da área total do município de Cruzeiro do Sul estava desmatada, e que este valor subiu para 4,84% em 2000. No ZEE (ACRE, 2000), os dados da FUNTAC mostram que em 1999 4,21% da área total do município estava desmatada. Em relação ao desmatamento total do Estado do Acre, pode-se dizer que Cruzeiro do Sul têm uma dinâmica diferente do Estado (Tabela 4).

Figura 3 - Desmatamento em Cruzeiro do Sul, Acre, em 1985



**Figura 4 - Desmatamento em Cruzeiro do Sul,
Acre, em 1988**



**Figura 5 - Desmatamento em Cruzeiro do Sul,
Acre, em 1991**

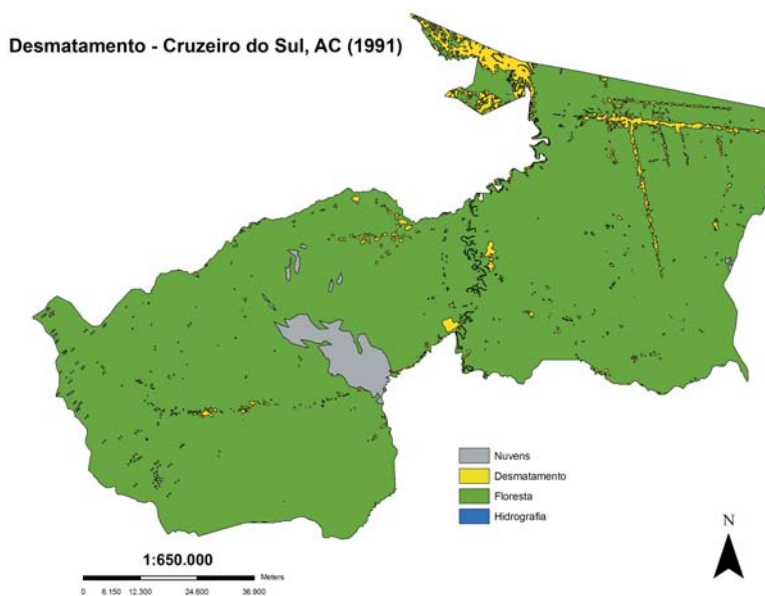


Figura 6 - Desmatamento em Cruzeiro do Sul, Acre, em 1994

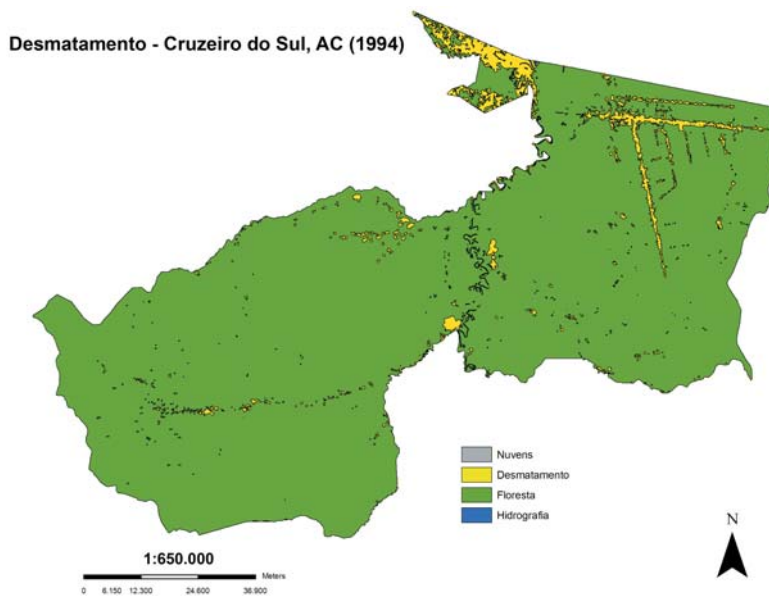
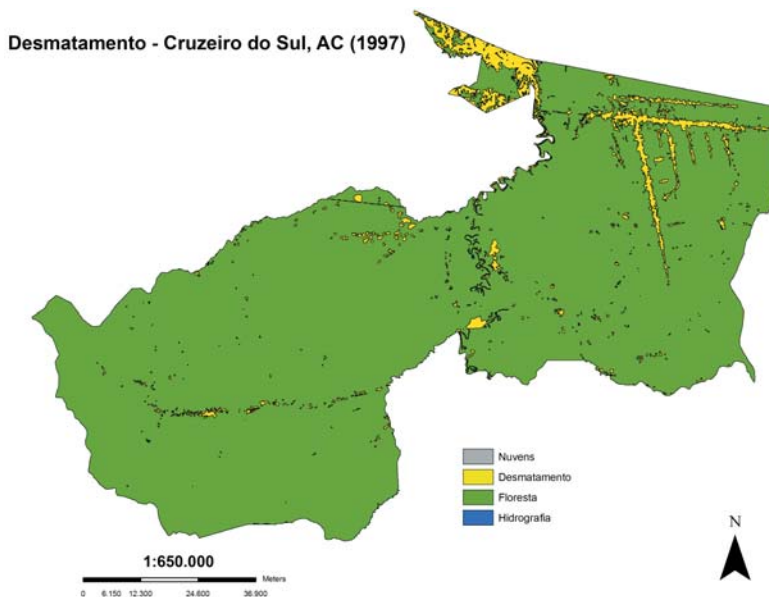
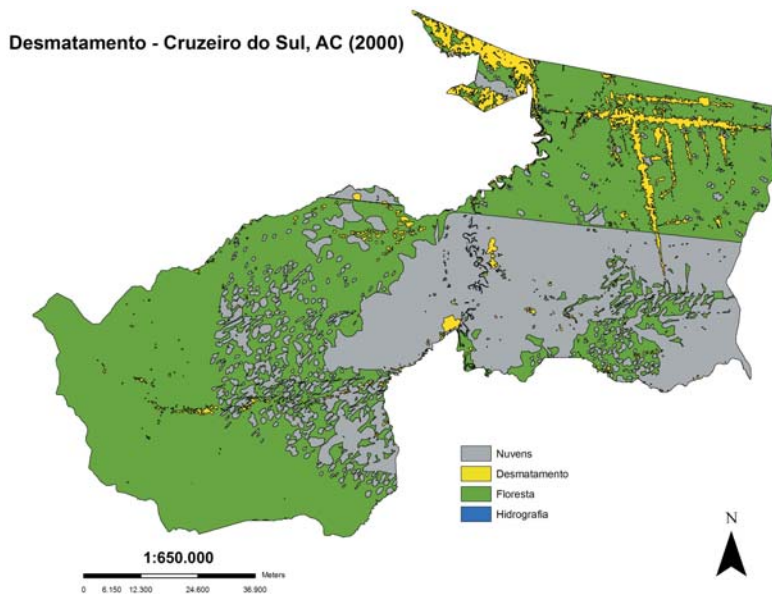


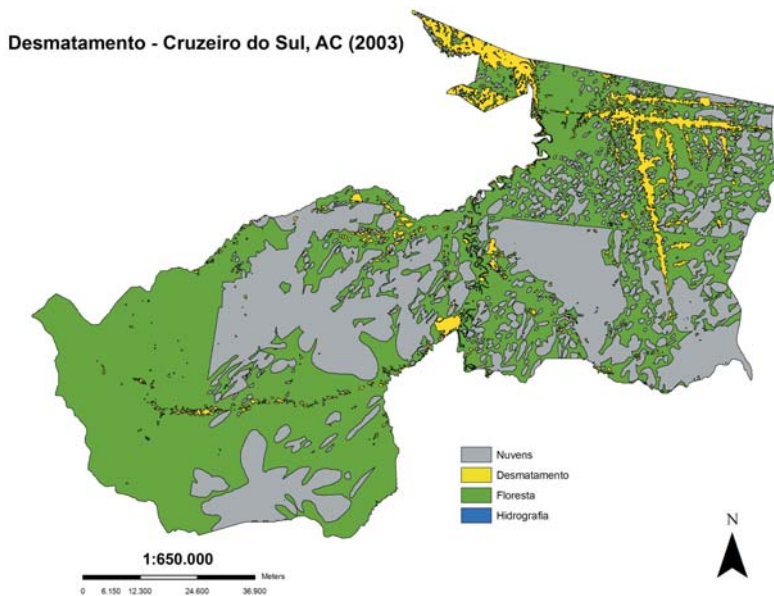
Figura 7: Desmatamento em Cruzeiro do Sul, Acre, em 1997



**Figura 8 - Desmatamento em Cruzeiro do Sul,
Acre, em 2000**



**Figura 9 - Desmatamento em Cruzeiro do Sul,
Acre, em 2003**



Percentualmente, a contribuição do desmatamento do município em relação à área total do Estado é sempre de centésimos, enquanto que, no mesmo período este percentual cresce décimos para todo o Estado.

Tabela 2 - Medida das Classes Mapeadas, em Km², no Município de Cruzeiro do Sul, Acre, de 1985 a 2003

Ano	Desmatamento*	Incremento*	Floresta*	Hidrografia*	Nuvem*
1985	191	–	7.995	2	80
1988	193	2	6.917	3	1.155
1991	262	69	7.778	16	212
1994	292	30	7.959	16	1
1997	345	53	7.907	16	0
2000	400	55	5.095	16	2.757
2003	465	65	4.664	16	3.123

(* Valores acumulados a cada 3 anos)

Tabela 3 - Medida das Classes Mapeadas, em porcentagem, no Município de Cruzeiro do Sul, Acre, de 1985 a 2003

Ano	Desmatamento*	Incremento*	Floresta*	Hidrografia*	Nuvem*
1985	2,31	–	96,70	0,02	0,97
1988	2,33	0,02	83,66	0,04	13,97
1991	3,17	0,84	94,07	0,19	2,56
1994	3,53	0,36	96,26	0,19	0,01
1997	4,17	0,64	95,63	0,19	0,00
2000	4,84	0,67	61,62	0,19	33,35
2003	5,62	0,78	56,41	0,19	37,77

(* Valores acumulados a cada três anos, referentes ao percentual em relação à área total do município)

Tabela 4 - Porcentagem de área desmatada no Estado do Acre em relação ao total de área do Estado e em relação ao desmatamento do Município de Cruzeiro do Sul

Ano	Desmatamento ACRE*	Desmatamento Cruzeiro do Sul
1977 a 1988	---	0,12
1988	0,76	0,13
1989	1,12	---
1990	1,37	---
1991	1,63	---
1992	1,94	---
1994	2,26	0,19
1995	2,54	---
1996	2,77	---
1997	3,12	0,23
1998	3,41	---
1999	3,77	---
2000	4,04	0,26
2001	4,52	---
2002	4,88	---
2003	---	0,30

* Fonte: PRODES

Também no ZEE (ACRE, 2000) é possível observar que entre as décadas de 1980 e 1990 a população residente em projetos de assentamento praticamente duplicou na região do município de Cruzeiro do Sul, ocasionando aumento no desmatamento.

Outro fato relevante é que, após o declínio da exploração da borracha, a pecuária foi a principal forma de ocupação do Estado do Acre e conseqüentemente de Cruzeiro do Sul. A região atraiu grandes latifundiários, interessados na pecuária, e a mudança da atividade econômica gerou disputa entre os novos habitantes pecuaristas e os antigos habitantes do espaço (índios e seringueiros), hoje assentados. Esta disputa resultou em grande devastação do meio ambiente, pois os pecuaristas derrubavam árvores para a construção de grandes áreas de pastagem e também para impedir qualquer possibilidade de retorno da atividade extrativista. A consolidação da atividade pecuarista deve-se ao fato que a grande maioria destes latifundiários vinham do Sul do Brasil, e simplesmente continuaram ali as tradições agrícolas de sua região de origem (ACRE, 2000).

Em relação à direção do desmatamento, visualmente percebe-se um crescente foco de área desmatada a Leste da área urbana e ao Sul do município de Cruzeiro do Sul.

CONCLUSÕES

Este trabalho atingiu os objetivos propostos e permitiu traçar as seguintes conclusões:

- O desmatamento do município de Cruzeiro do Sul entre 1988 e 2003, evoluiu de 2,33% para 5,62% da área total do município.
- Os períodos de maior incremento no desmatamento estimado foram entre 1988 e 1991 (0,84%), entre 2000 e 2003 (0,78%) e entre 1997 e 2000 (0,67%). Já os períodos de menor incremento do desmatamento ocorreram entre 1991 e 1994 (0,36%) e 1985 e 1988 (0,02%), podendo este último ser considerado desprezível.
- Sobre a direção do desmatamento e conseqüente ocupação do solo, pode-se dizer que a área urbana expandiu para o leste do município e que os novos focos de desmatamento estão se consolidando ao sul do município.
- Houve concordância entre os resultados obtidos no presente trabalho e no ZEE para o total de área desmatada entre 1997 (4,17%) e 2000 (4,84%) e o resultado apresentado no ZEE do Estado do Acre para 1999 (4,21%).
- Pode-se dizer que, no município de Cruzeiro do Sul, o desmatamento representa uma porcentagem muito pequena do total desmatado no Estado do Acre, muito provavelmente, por estar geograficamente isolado das grandes áreas ocupadas.

Os métodos consolidados pelo PRODES Digital mostram que a análise digital baseada na segmentação por crescimento de regiões e classificação das imagens fração-sombra e solo atendeu aos propósitos deste trabalho. A fase de interpretação visual das classificações geradas, através da edição matricial, também é fase importante no mapeamento do desmatamento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao INPE pela liberação dos dados.

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Cnpq.

REFERÊNCIAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre**, 2000. 1 CD-ROM.

CAMARA, G., SOUZA, R. C. R.M., GARRIDO, J. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computer & Graphics**, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 395-403, may-jun 1996.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CENSO 2000**. Disponível em:

< <http://www.sidra.ibge.gov.br> > Acesso em 10 set.2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **MAPA DE VEGETAÇÃO DO BRASIL 1992**. Disponível em: < <http://www.2.ibge.gov.br/pub/Cartas e Mapas/MapasTematicos> > Acesso em 10 set.2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **UF ACRE, 2001** - Disponível em: < <http://www.2.ibge.gov.br/pub/Cartas e Mapas> > Acesso em 10 set. 2005.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **PRODES Digital**. Disponível em:

< <http://www.obt.inpe.br/prodesdigital> > Acesso em 02 mar. 2006.

LUCHIARI, A. **Avaliação de dados TM Landsat para implantação de projetos de colonização de microregião do Alto Purus – Estado do Acre.** 1986. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1986.

MOTTA, M.; CORDEIRO, J.P.C.; VALERIANO, D.M. Using LEGAL – Map Algebra – as tool to support estimation of Amazonian deforestation. In: SIMPOSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PERCEPCION REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACION ESPACIAL, XI., 2004. Santiago. **Anais....** Santiago: SELPER (Sociedade De Especialistas Latino-Americanos em Sensoriamento Remoto), 2004.

SHIMABUKURO, Y. E., BATISTA, G.T., MELLO, E.M.K., MOREIRA, J.C., DUARTE, V. Using shade fraction image segmentation to evaluate deforestation in Landsat Thematic Mapper images of the Amazon Region. **International Journal of Remote Sensing**, Inglaterra, Taylor & Francis Group, v. 19, n. 3, p. 535-541, 1998.

SHIMABUKURO, Y. E., DUARTE, V., MELLO, E.M.K., MOREIRA, J.C. **Apresentação da metodologia de criação do PRODES digital.** (INPE-7520-PUD/41). São José dos Campos: INPE, 2000.

LETÍCIA PALAZZI PEREZ

(Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Transportes.

E-mail: leticia.palazzi@gmail.com

* Aluna do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes)

TATIANA MORA KUPLICH

(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. E-mail: tmk@dsr.inpe.br)

RITA DE CASSYA ALMEIDA SOUZA

(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. E-mail: rcassya@dsr.inpe.br)

HOMERO FONSECA FILHO

(Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Transportes. E-mail: hfonseca@usp.br)

EXAMINANDO A PRODUÇÃO DO ESPAÇO: O TRABALHO, A TÉCNICA E A TRANSFORMAÇÃO ESPACIAL ATRAVÉS DO BAÚ DO MASCATE

GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 32, n. 2, p. 486-499, mai./ago. 2007.

INTRODUÇÃO

O trabalho humano, diferentemente do trabalho dos animais irracionais, é dotado de intenções. Este trabalho busca adaptar e melhorar a vida do homem no meio em que está inserido. Desta forma, cultivos agrícolas, casas, pontes, carroças e todos os objetos artificiais e naturais foram e são construídos e organizados pelo trabalho humano, gerando a produção do espaço geográfico. Assim, através do processo da produção, o 'espaço' torna o 'tempo' concreto.