

ESTIMATIVA DA TAXA DE DESMATAMENTO DO MUNICÍPIO DE BANNACH, PARÁ – AMAZÔNIA LEGAL, UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT5/TM

ESTIMATION OF DEFORESTATION RATE IN BANNACH MUNICIPALITY, PARÁ STATE - AMAZON, USING IMAGES LANDSAT5/TM

Christiano Luna Arraes¹; Agmon Moreira Rocha²;
Rafael Aldighieri Moraes³; Teresa Cristina Tarlé Pissarra⁴;
Flavia Mazzer Rodrigues⁵; Marcelo Zanata⁶

RESUMO

A Amazônia, maior floresta tropical do planeta, apresenta uma superfície de aproximadamente 6,4 milhões de quilômetros quadrados na América do Sul e ocupa 63% do território Brasileiro. Devido ao desmatamento, o monitoramento dessas áreas se faz necessário, principalmente pelo avanço das

fronteiras agrícolas. Assim, o presente trabalho tem como objetivo estimar a taxa de desmatamento anual e diária para o Município de Bannach, Pará, Brasil. Foram adquiridas imagens do satélite Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), para os anos de 1997 a 2009. Utilizou-se a classificação supervisionada por *Maximum Likelihood*. O índice de exatidão global apresentou resultados superiores a 90% e índices Kappa superiores a 0,83 para todos os anos de estudo. Ao longo da série temporal, observa-se um aumento do desmatamento de forma contínua, acarretado principalmente pela pecuária.

Palavras-chave: Amazônia, desflorestamento, alteração do uso e ocupação do solo, Pará, sensoriamento remoto.

ABSTRACT

The Amazon, the planet's largest rain forest, has an area of approximately 6.4 million square kilometers in South America and occupies 63% of the Brazilian territory. Due to deforestation, the monitoring of these areas is needed, mainly by the expansion of management of the productive farming process. Thus, this study aims to estimate the annual and daily rate of deforestation for the Municipality of Bannach, Para State, Brazil. The Landsat images, sensor 5 TM (*Thematic Mapper*) from 1997 to 2009 years were used. The supervised classification by *Maximum*

¹ Universidade Estadual de Campinas; Faculdade de Engenharia Agrícola; rua Cândido Rondon, 501; Campinas/SP/Brasil; 13083-875; christianoarraes@yahoo.com.br

² Universidade Estadual de Campinas; Faculdade de Engenharia Agrícola; rua Cândido Rondon, 501; Campinas/SP/Brasil; 13083-875; agmon@agr.unicamp.br

³ Universidade Estadual de Campinas; Faculdade de Engenharia Agrícola; rua Cândido Rondon, 501; Campinas/SP/Brasil; 13083-875; rafagricola@yahoo.com.br

⁴ Universidade Estadual Paulista - Campus Jaboticabal; Departamento de Engenharia Rural; Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n; Jaboticabal/SP/Brasil; 14884-900; teresap@fcav.unesp.br

⁵ Universidade Estadual Paulista - Campus Jaboticabal; Departamento de Engenharia Rural; Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n; Jaboticabal/SP/Brasil; 14884-900; flamazzer@hotmail.com

⁶ Instituto Florestal ; Rod. Cândido Portinari km 347 Cx Postal 68; Batatais/SP/Brasil; 14300-000; marcel_zanata@netsite.com.br

Likelihood was made for analysis the deforestation rate. The index showed an overall accuracy results above 90% and the Kappa index above 0.83 for all years of study. Therefore, throughout the series, there is an increase in deforestation continuously with mainly land use by livestock.

Key-words: Amazon, deforestation, land-cover change, Pará, remote sensing.

INTRODUÇÃO

A Amazônia Brasileira passou a ser chamada de Amazônia Legal em 06 de janeiro de 1953 com a criação da lei 1.806, devido à necessidade do governo de planejar e promover o desenvolvimento da região. Os Estados que compõe a Amazônia Legal são: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Maranhão (SUDAM, 2010).

Ao longo das últimas décadas ocorreu uma modificação contínua da floresta amazônica o que levou a uma perda importante da cobertura florestal natural, em função da extensão de terras atingidas pela abertura de novas fronteiras agropecuárias. Estados como Maranhão, Mato Grosso, Pará e Rondônia tiveram seu uso do solo enormemente alterado, com redução de biodiversidade da flora e fauna local. Bolívia, Equador e Chile são os países que mais reduziram a cobertura vegetal original, apenas superada pelo Brasil. A área total desmatada na Bolívia representa 12% (45735 km²) do bioma Amazônia, no Equador 11% (8540 km²), no Peru entre 69713 km² ou 71725 km² (11%), na Colômbia 6% (29302 km²) e no Brasil o desmatamento acumulado em 2005 foi de 682124 km² ou 17% desse bioma (Souza, 2009).

Martinez *et al.* (2007) em Terra do Meio, municípios de Altamira e São Félix do Xingu, Estado do Pará, estudaram a relação entre o desflorestamento e os focos de calor entre 1998 a 2002, verificaram que a área total desflorestada aumentou mais de quatro ve-

zes, fato impulsionado principalmente pela conversão de grandes áreas de florestas em pastagens, concomitante ao avanço e consolidação da fronteira agrícola com a pecuária.

Uma ampla variedade de métodos tem sido utilizada para estimar taxas de desmatamento na Amazônia. Por exemplo, o cenário IS92a do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) assume que a área desflorestada é proporcional à população, mas com um atraso de tempo de 25 anos. Estudos mostram que o desflorestamento continua até 25 anos depois que a população estabiliza ou até que a floresta seja exaurida (Legget *et al.*, 1992).

Segundo Pereira *et al.* (2007) a configuração espacial do desmatamento visto por sensores orbitais, que são classificados como *espinha-de-peixe*, por exemplo, estão associados aos assentamentos de pequenos produtores rurais pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA. Por outro lado, as configurações geométricas regulares estão associadas aos grandes produtores rurais, com atividades ligadas principalmente à agropecuária.

Estudos realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2006) e citados por Fearnside (2006), usando sensoriamento remoto, mostram que no período de 1990 a 2005, a taxa de desmatamento na Amazônia flutuou de 11,1 x 10³ km².ano⁻¹ a 29,1 x 10³ km².ano⁻¹, com pico no ano de 1995. Uma das possíveis causas para essas taxas elevadas, pode ser explicado pelo domínio de fazendas de grande e médio porte, tendo a pecuária como principal uso e ocupação do solo. Segundo Shimabukuro *et al.* (1999) a principal vantagem do uso das técnicas de sensoriamento remoto, quando comparado ao método analógico, está na precisão do georreferenciamento dos polígonos de desflorestamento, o que elimina o problema das distorções geométricas e a consequente falta de ajuste dos polígonos quando se trabalha com imagens multitemporais, comum no método visual de interpretação (analógico) de áreas desflorestadas, que vem sendo utilizado no Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia - PRODES.



Figura 1 – Localização da área de estudo, Município de Bannach, Pará, Brasil.

Por esses motivos o presente trabalho teve como objetivo estimar a taxa de desmatamento anual e diária para o município de Bannach, localizado na Amazônia Legal, entre os anos de 1997 (ano de fundação do município) até 2009, utilizando imagens orbitais.

Área de estudo

O município de Bannach está localizado na Amazônia Legal, entre as coordenadas UTM 565749; 9201698 metros e 500765; 9141217 metros, pertence ao estado do Pará, mesorregião do Sudeste Paraense e microrregião de São Félix do Xingu (Figura 1).

O município foi criado em 1997, tem cerca de 3600 habitantes em 2969 km², faz parte da bacia amazônica e apresenta em seu território vegetação típica da Floresta Amazônica. Segundo Köppen, o clima da região é caracterizado como AW3 em que está condicionado a valores de precipitação pluviométrica média anual, que variam entre 2000 a 2500 mm. A formação geológica está inserida no contexto

geológico do Terreno Granito - *Greenstone* de Rio Maria (TGGRM), porção sudeste da Província Amazônia Central (Tassinari & Macambira, 1999). O município se caracteriza por terrenos predominantemente suave ondulado perfazendo um total de 1248.5 km² seguido pelas classes: Plano (502.0 km²); Moderadamente Ondulado (447.1 km²); Forte Ondulado (400.4 km²); Ondulado (290.4 km²) e Montanhoso (68.4 km²) (Figura 2).

A hidrografia é caracterizada por apresentar alta densidade de drenagem, isto é, grande quantidade em termos de comprimento de canal de drenagem em relação à área total do município apresentando um fator de 0,180 km km⁻². Os solos da área de estudo são predominantemente compostos por Argissolos Vermelho Amarelo, estando esses inseridos nas áreas com declividade plana. Na classe de declive suave ondulado encontram-se os Latossolos Vermelhos Amarelos e os Nitossolos Vermelhos. Já na classe de declive fortemente ondulado encontram-se os Neossolos Litólicos. A alta quantidade de canais de drenagem é devido à predominância de solos rasos e sendo assim muito propícia a

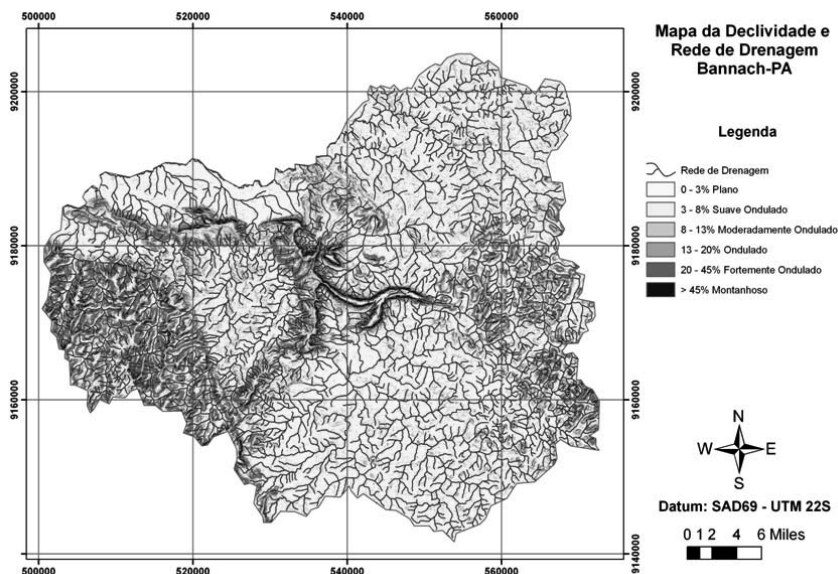


Figura 2 – Mapa de declividade e rede de drenagem, Município de Bannach, Pará, Brasil.

erosão hídrica. Desta forma há uma necessidade de cuidados especiais com relação ao uso e manejo do solo, principalmente quanto às práticas conservacionistas na exploração agropecuária (Embrapa, 1999).

A estrutura fundiária da região segundo Pontes Junior *et al.* (2004) é dominada pela apropriação ilegal de terras e intensa grilagem, tendo como principal ocupação a pecuária.

METODOLOGIA

A série Landsat (*Land Remote Sensing Satellite*), desenvolvido pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), teve início em 1972 com o lançamento do satélite ERTS-1. Ela teve seqüência com os Landsat 2, 3, 4 e sobretudo com o Landsat 5 e 7. O principal objetivo é permitir aquisição de dados espaciais, espectrais e temporais da superfície terrestre. O Landsat 5 possui dois principais instrumentos imageadores o

(MSS) *Multispectral Scanner* e (TM) *Thematic Mapper*. O sensor TM possui 7 bandas, cada uma representando uma faixa do espectro eletromagnético. As bandas 1,2,3,4,5 e 7 possuem 30 m de resolução espacial, isto é, cada pixel da imagem representa uma área de 0,09 ha, enquanto que a banda 6, possui resolução de 120 m sendo cada pixel com 1,4 ha.

Sendo assim foram adquiridas no INPE (<<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>) imagens orbitais do satélite Landsat 5, sensor TM, cena com órbita 224 e ponto 65, bandas TM3 (0,63 – 0,69 μm) região do vermelho, TM4 (0,76 – 0,90 μm) região do infravermelho próximo e TM5 (1,55 – 1,75 μm) região do infravermelho médio, para os anos de 1997 até 2009 (INPE, 2009a), conforme observado na Figura 3. É importante ressaltar que para o ano 2002 não tem imagem disponível para a área de estudo.

A metodologia de interpretação de imagens consistiu das etapas:

1 - Seleção de cenas com 0% de cobertura de nuvens na área de estudo, e com data de

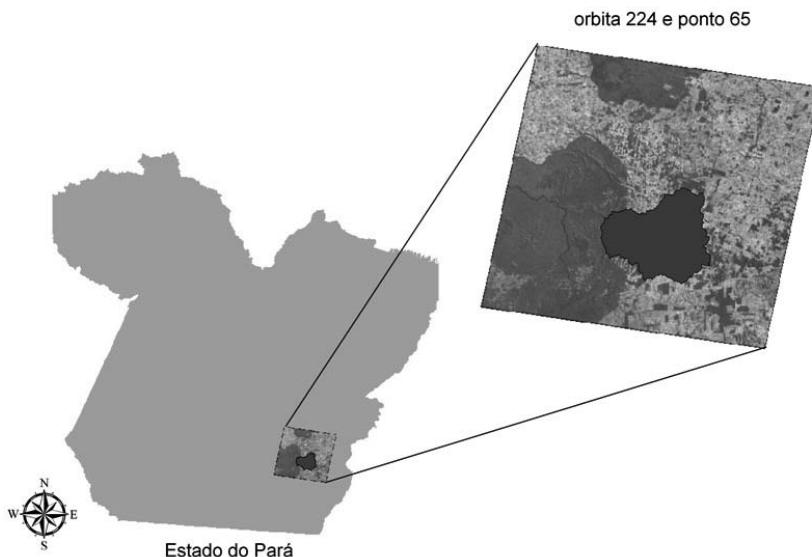


Figura 3 – Localização da cena orbital 224 e ponto 65 do satélite LANDSAT 5/TM no Estado do Pará.

aquisição mais próxima possível da estação seca, climatologicamente definida para a Amazônia, que começa no dia juliano 151 (31 de maio) e se estende até o dia juliano 242 (29 de agosto).

2 - Registro das imagens de satélite, com cartas topográficas escaneadas em 300 dpis, na escala 1:100.000, da Serra da Seringa (MI-1118), Vila de Rio Maria (MI-1183), Rio Arraias (MI-1261) e Marajoara (MI-1262), adquiridas no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ao associar as coordenadas da imagem (linha, coluna) com as coordenadas geográficas (latitude, longitude) das referidas cartas topográficas, obtivemos um erro RMS inferior a 0,3.

3 - Composições coloridas das imagens na conformação RGB (TM4 TM5 TM3), com posterior recorte da cena, tendo como máscara, o vetor (limite municipal) adquirido no IBGE, na escala 1:1000000.

4 - Classificação supervisionada por Maximum Likelihood, usando as classes floresta e não-floresta.

5 - Foram distribuídos 250 pontos amostrais, seguindo a técnica de amostragem estra-

tificada aleatória desproporcional, dentro do limite da área de estudo, sendo 50 pontos para a técnica não classificada; 100 pontos para o uso de floresta e 100 pontos para outros usos (não floresta). A partir destes pontos gerou-se a matriz de confusão entre a referência, ou seja, a imagem RGB (TM4 TM5 TM3), e o classificador (Máxima Verossimilhança). A comparação deve ser feita com a verdade terrestre, mas como os padrões floresta e outros usos (não floresta) são bastante conhecidos e essas classes possuem respostas espectrais distintas, essa comparação com a verdade terrestre torna-se dispensável.

6 - A partir da matriz de confusão determinaram-se os índices de exatidão global (Equação 1) e os índices Kappa (Equação 2) para todos os anos.

$$EG = \frac{A}{n} \times 100 \quad (1)$$

sendo:
EG = Exatidão Global;
A = Total de acertos
n = número total de pontos

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})} \quad (2)$$

sendo:

K = Coeficiente Kappa de concordância;

N = Número de observações (pontos amostrais);

r = Número de linhas da matriz de erro;

x_{ii} = Observações na linha i e coluna i;

x_{i+} = Total marginal da linha i;

x_{+i} = Total marginal da coluna i;

Segundo Congalton (1991), uma matriz de erro pode ser usada como ponto de partida para aplicação de uma série de técnicas estatísticas, tanto descritiva quanto analítica. Landis & Koch (1977) e Foody (2002) sugerem níveis recomendados para métricas de exatidão global e do índice kappa em torno de 85% e o classifica como excelente.

7 – Quantificação das áreas de floresta e não-floresta para cada ano de estudo, utilizando a ferramenta “area” contida no pacote computacional Idrisi Andes.

8 – Cálculo da taxa anual (TA) de desmatamento, de um ano para o ano subsequente, apenas fazendo a diferença entre elas, por equação 3 (Câmara & Medeiros, 2003; Câmara et al., 2006).

$$TA = \sum_A Def - \sum_{A-1} Def \quad (3)$$

sendo:

TA = Taxa Anual

Def = Desmatamento

A = Anos

9 – Cálculo da taxa diária (TD) de desmatamento, equação 4. Para o cálculo da taxa diária, dividiu-se a taxa anual de desmatamento (TA) pelo número de dias da estação seca entre as duas imagens (Câmara & Medeiros, 2003).

$$TD = \frac{TA}{\sum \text{Dias sec os}} \quad (4)$$

$$\sum \text{Dias sec os} = \left[365 - \left(\begin{array}{l} \text{Início da estação chuvosa} \\ - \text{fim da estação chuvosa} \end{array} \right) \right]$$

A quantidade de dias correspondentes a estação seca para a Amazônia é de 91 dias que começa no dia Juliano 151 (31/maio) e se estende até o dia Juliano 242 (29/agosto).

sendo:

TD = Taxa diária

TA = Taxa anual

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação supervisionada por *Maximum Likelihood*, segundo trabalho de Latorre et al. (2007) possibilita separar as classes floresta e solo exposto, visto que, o comportamento espectral desses dois alvos são bem diferentes na banda 3 (0,63 – 0,69 μm), região do vermelho do sensor TM, a bordo do satélite Landsat 5, em que a vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura e permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com solo exposto, estradas e áreas urbanas (INPE, 2009b).

Os índices de exatidão global foram superiores a 90% para todas as imagens analisadas, ou seja, mais de 90% das amostras foram corretamente identificadas pelo classificador, quando comparada com a imagem RGB (TM4; TM5; TM3), mostrando um bom resultado da classificação. Já o índice kappa foi determinado para avaliar a exatidão dos dados, permitindo uma visualização dos resultados da classificação temática em relação à imagem RGB (TM4; TM5; TM3). O resultado indicou um coeficiente kappa superior a 0,83 para todas as imagens avaliadas (Quadro 1).

Como o índice kappa refere-se a um método para avaliar a concordância ou discordância entre duas situações, pode-se dizer que houve uma concordância superior a 83% das amostras na área de interesse para todos

Quadro 1 – Qualidade de classificação associada aos valores dos índices kappa e exatidão global para cada ano de estudo.

Anos	Índices		Classificação segundo Landis & Koch (1977)
	Exatidão Global (%)	Kappa	
1997	90,0	0,83	Excelente
1998	92,0	0,87	Excelente
1999	93,6	0,90	Excelente
2000	90,8	0,85	Excelente
2001	95,6	0,93	Excelente
2003	92,4	0,88	Excelente
2004	94,8	0,91	Excelente
2005	91,2	0,86	Excelente
2006	92,0	0,87	Excelente
2007	94,0	0,90	Excelente
2008	93,6	0,89	Excelente
2009	95,6	0,93	Excelente

os anos avaliados, demonstrando que a classificação na área estudada aproximou-se da realidade do campo.

As Figuras 4, 5 e 6 mostram o desflorestamento de Bannach ao longo de uma série temporal de 1997 a 2009. Observa-se um aumento do desmatamento de forma contínua.

A partir de 2006 ocorreu uma pequena estabilização da área desmatada, devido à falta de novas áreas propícias ao desmatamento, visto que, na porção oeste e central do município, o relevo foi classificado como montanhoso (Embrapa, 1999), declividade desfavorável à exploração da floresta.

Pelo Código Florestal Brasileiro, deve ser mantida sob a forma de reserva legal, cobertura florestal original no mínimo de 80% da área das propriedades rurais da Amazônia. Segundo a lei, estas áreas somente podem ser utilizadas para manejo florestal sustentado, com aprovação no IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Observando a área do município e a área desmatada em 2009, verificamos que só restam pouco mais de 30% da floresta natural, ou seja, 50% a menos do que o determinado para a Região Amazônica.

Existe uma relação direta entre a economia, o avanço da fronteira na Amazônia Le-

gal e a taxa de desmatamento crescente desde 1990, influenciada pelo estado da economia nacional e internacional. Contudo, nos últimos anos essa relação começou a modificar-se, pois a taxa de desmatamento foi crescente, apesar do baixo crescimento econômico (Ferreira *et al.*, 2005) mundial. Isso sugere, que uma nova dinâmica está influenciando o desmatamento nessa região, ligada ao mercado de exportação e impulsionada pela alta rentabilidade das principais atividades econômicas, como a extração madeireira, pecuária e, mais recente, a agroindústria (Fearnside, 2006; Alencar *et al.*, 2004).

Estudos realizados por Margulis (2001) e Fearnside (1992) em relação ao desflorestamento na Amazônia sugerem que a pecuária é o principal agente causador do desmatamento, devido principalmente ao rápido retorno econômico que esta atividade pode fornecer. Esse fato pode ser observado no Município de Bannach, que tem como principal uso da terra a pecuária de corte, seguido pelo extrativismo.

Esse aumento das atividades econômicas em larga escala sobre os recursos da Amazônia Legal brasileira tem aumentado drasticamente a taxa de desmatamento, que, no período de 2002 e 2003, foi de 23.750 km²,

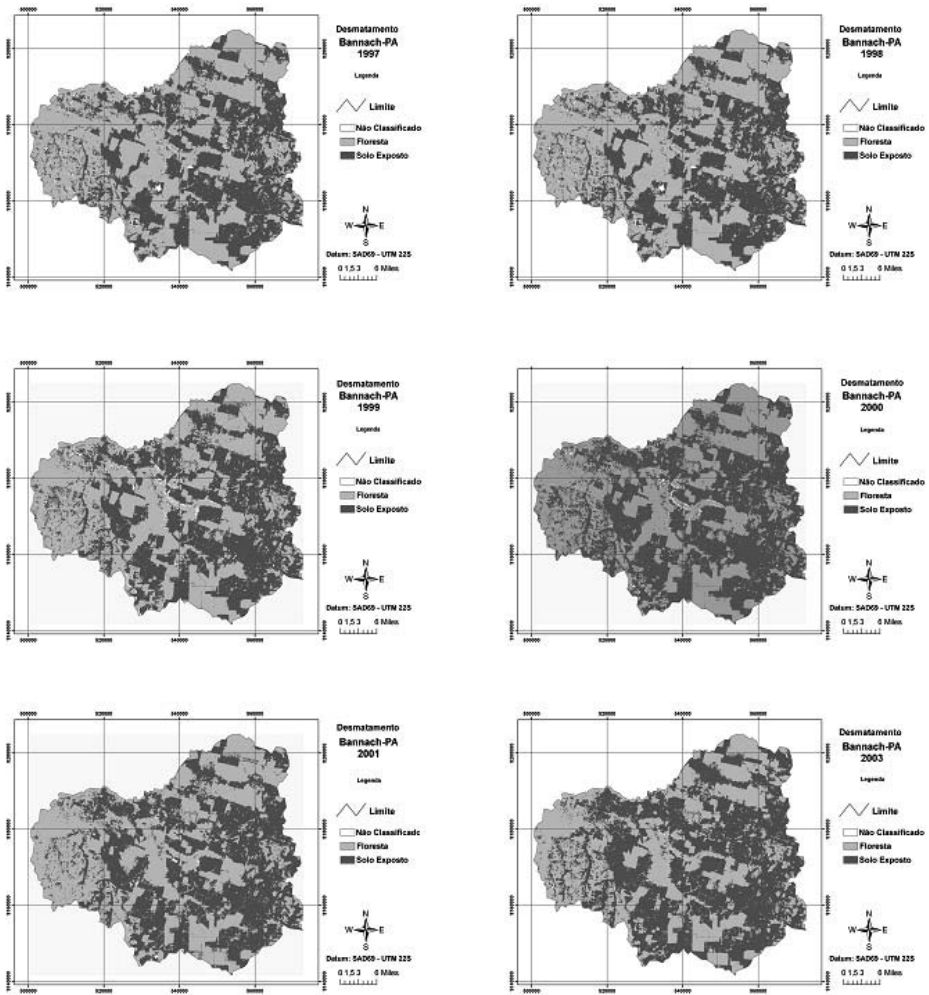


Figura 4 – Evolução temporal do desmatamento no Município de Bannach, PA, Brasil, anos de 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 e 2003.

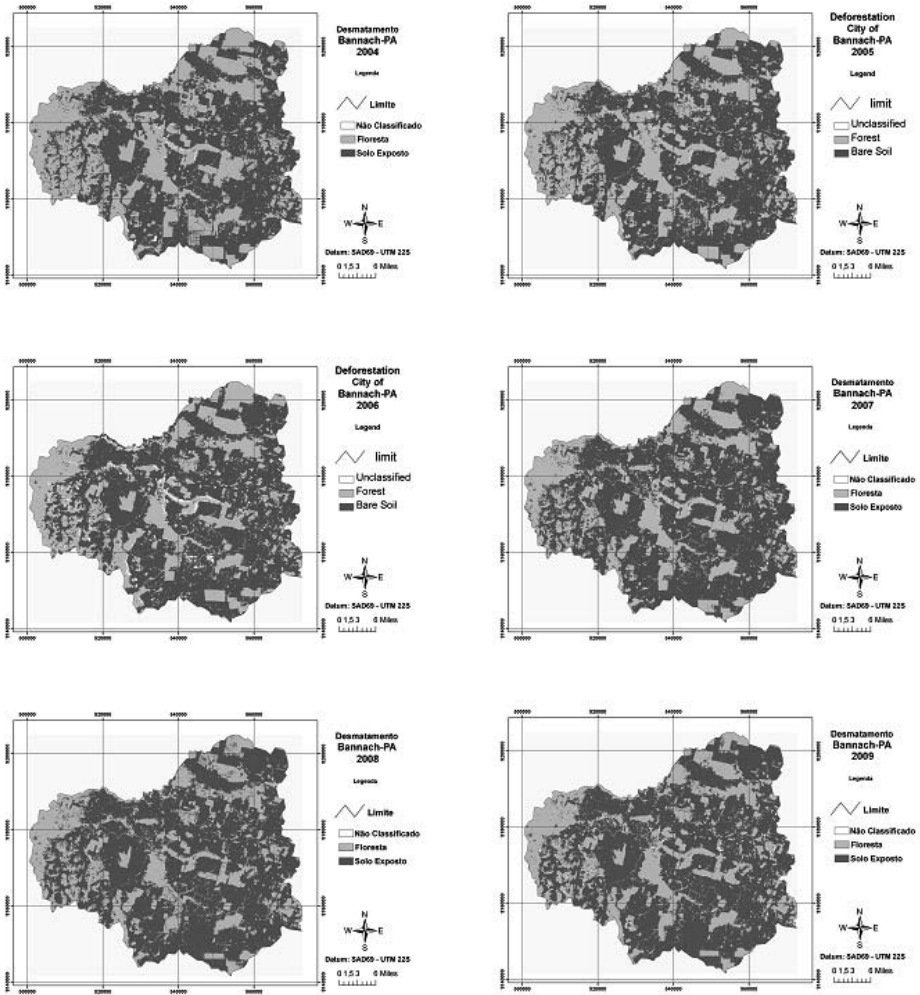


Figura 5 – Evolução temporal do desmatamento no Município de Bannach, PA, Brasil, anos de 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009.

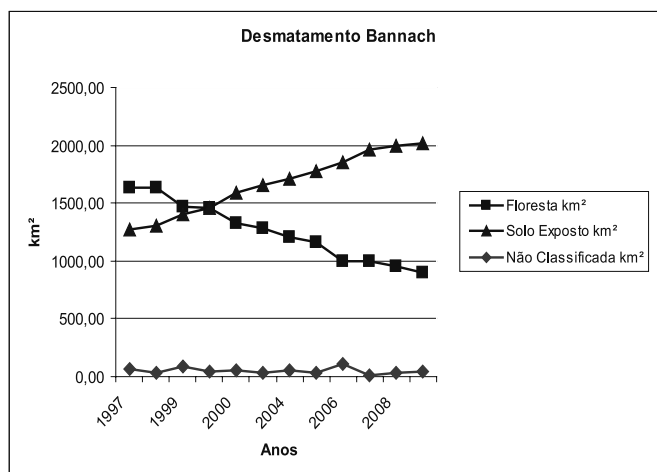


Figura 6 – Evolução temporal do desmatamento de Bannach, PA desde 1997 até 2009.

a segunda maior taxa já registrada nessa região, superada somente pela marca histórica de 29.059 km² desmatados em 1995 (Ferreira *et al.*, 2005). A situação é tão crítica que, recentemente, o governo brasileiro criou um Grupo Interministerial, visando combater o desmatamento e apontar soluções de minimização de seus efeitos na Amazônia Legal (MMA, 2004).

O Quadro 2 mostra que entre os anos de 1999 e 2007 as maiores taxas anuais de des-

matamento foram superiores a 100 km², e as maiores taxas diárias de desmatamento foram superiores a 1 km², isso devido a substituição da floresta natural pelas áreas de pastagem.

Os mapas da evolução do desmatamento no município de Bannach (Figuras 3 e 4), mostram que o padrão de desmatamento e a agropecuária em grandes fazendas são correspondentes, pois não seguem o padrão de desmatamento conhecido como espinha de peixe (Pereira *et al.*, 2007) observado na Figura 7.

Quadro 2 – Desflorestamento, solo exposto, área não classificada e estimativa das taxas anuais e diárias do desflorestamento do Município de Bannach, PA, Brasil para os anos de 1997 a 1999, 2001 e de 2003 a 2009.

Anos	Floresta km ²	Floresta %	Solo Exposto km ²	Solo Exposto %	Não Classificada km ²	Taxa Anual km ² /ano	Taxa Diária km ² /dia
1997	1632,00	54,97	1271,50	42,83	65,50		
1998	1633,00	55,00	1300,00	43,79	36,00	28,50	0,31
1999	1472,53	49,60	1408,66	47,45	87,81	108,66	1,19
2000	1322,66	44,55	1592,98	53,65	53,36	132,58	1,46
2001	1459,84	49,17	1460,40	49,19	48,76	51,74	0,57
2003	1280,23	43,12	1653,61	55,70	35,16	*	*
2004	1207,33	40,66	1705,90	57,46	55,77	*	*
2005	1158,47	39,02	1772,41	59,70	38,12	66,51	0,73
2006	1001,52	33,73	1853,08	62,41	114,40	80,67	0,89
2007	999,80	33,67	1961,99	66,08	7,21	108,91	1,20
2008	950,04	32,00	1990,69	67,05	28,27	28,70	0,32
2009	901,63	30,37	2021,93	68,10	45,44	31,24	0,34

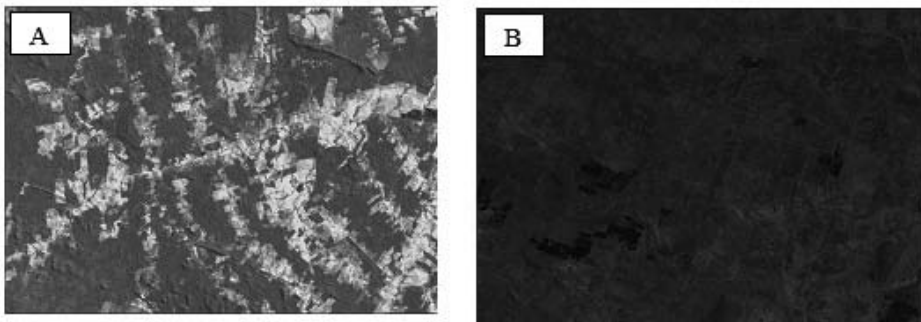


Figura 7 – Padrão de desmatamento (A) espinha de peixe e (B) agropecuária.

CONCLUSÕES

O desmatamento está amplamente inserido no processo produtivo da Amazônia, constitui um dos elementos que impulsiona a expansão agrícola na região e está associado à substituição de áreas de mata por áreas de pastagem.

As imagens orbitais forneceram informações adequadas para a classificação da área, mata e solo exposto, que apresentam comportamento espectral bastante distinto.

A metodologia para o cálculo da taxa diária e anual do desmatamento, desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2006), mostrou-se confiável e de fácil manuseio para o usuário, permitindo de forma simples, elaborar a evolução do desmatamento no município de Bannach para os anos de 1997 a 2009.

Após análise das imagens classificadas, verificou-se que o aumento da taxa de desmatamento no período estudado foi devido ao avanço da pecuária, caracterizado principalmente pelo padrão de desmatamento, apresentando-se crescente para todo o período de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alencar, A.; Nepstad, N.; Mcgrath, D.; Moutinho, P.; Pacheco, P.; Diaz, M.D.C.V. & FILHO, B.S. (2004) - *Desmatamento na*

- Amazônia: indo além da emergência crônica*. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), Manaus, 89 pp.
- Câmara, G. & Medeiros, J. de S. de. (2003) - Princípios Básicos em Geoprocessamento. In: Assad, E.D., Sano, E E. *Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura*. 2ª ed. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-CPAC, 2003. p. 3-11.
- 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 (on line). Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/metodologia.pdf>> (acesso em: 05 Setembro 2009).
- Congalton, R.G. (1991) - A review of assessing the accuracy classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing Environment* 37: 35-46.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA (1999) - *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 412 pp.
- Fearnside, P.M. (1992) - Desmatamento e desenvolvimento agrícola na Amazônia brasileira. In: Léna, P.; Oliveira, A.E. (Org.). *Amazônia: a fronteira agrícola 20 anos depois*. 2ª ed., Belém: CEJUP: Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém-PA, 363 pp.
- Fearnside, P.M. (2006) - Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazônica* 36, 3: 395-400.

- Ferreira, L.V.; Venticinque, E. & Almeida, S. (2005) - O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avançados (on line)* 19, 53: 157-166. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142005000100010&script=sci_arttext> (acesso em: 15 Janeiro 2010).
- Foody, G.M. (2002) - Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment* 80:185-201.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE (2006) - *Estimativas Anuais desde 1988: Taxa de desmatamento anual (km²/ano) (on line)*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2005.htm> (acesso em: 30 Setembro 2009)
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE (2009a) - *Catálogo de imagens LANDSAT (on line)*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>> (acesso em: 30 Outubro de 2009).
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE (2009b) - *Divisão de geração de imagens (on line)*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. (acesso em: 30 Outubro de 2009).
- Landis, J.R. & Koch, G.G. (1977) - The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33, 1:159-174.
- Latorre, M.L.; Junior, O.A.C.; Santos, J.R. & Shimabukuro, Y.E. (2007) - Integração de dados de sensoriamento remoto multi resoluções para a representação da cobertura da terra utilizando campos contínuos de vegetação e classificação por árvores de decisão. *Revista Brasileira de Geofísica* 25:63-74.
- Leggett, J.; Pepper, W.J. & Swart, R.J. (1992) - Emissions scenarios for IPCC: An update. In: Houghton, J.T.; Callander, B.A.; Varney, S.K. (Eds.) *Climate Change 1992. Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 69-95.
- Margulis, S. (2001) - *Quem são os agentes dos desmatamentos na Amazônia e por que eles desmatam?* Disponível em: <https://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/iv_en/mesa5/5.pdf> (acesso em: 20 Maio 2010).
- Martinez, L.L.; Fiedler N.C. & Lucatelli G.J. (2007) - Análise das relações entre desflorestamentos e focos de calor. Estudo de caso nos municípios de Altamira e São Félix do Xingu, no Estado do Pará. *Revista Árvore (on line)* 31, 4: 695-702.
- Ministério do Meio Ambiente, MMA (2004) - *Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal (on line)*. Brasília. Grupo Permanente de Trabalho Interministerial Para a Redução dos Índices de Desmatamento da Amazônia Legal, Brasília, 2004. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/casacivil/desmat.pdf>> (acesso em: 10 Janeiro 2010).
- Pereira, L.M.; Escada, M.I.S. & Rennó, C.D. (2007) - Análise da evolução do desmatamento em áreas de pequenas, médias e grandes propriedades na região centro-norte de Rondônia, entre 1985 e 2000. In: *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, pp. 6905-6912.
- Pontes, F.J.; Castro, E.; Araújo, R.; Menezes, M.A. & Medeiros, P. (2004) - *Terra do Meio: Poder, Violência e Desenvolvimento (on line)*. Belém, Pará, Brasil: Museu Paraense Emílio Goeldi. Coordenação de Pesquisa e Pós-Graduação, 35 pp. Disponível em: <http://www.museu-goeldi.br/pesquisa/ideias_debates/07_I&D_TerradoMeio.pdf> (acesso em: 19 Maio 2010).
- Shimabukuro, Y.E.; Duarte, V. & Mello, E.M.K. (1999) - Levantamento de áreas desflorestadas na Amazônia através de processamento digital de imagens orbitais. *Floresta e Ambiente (on line)* 6, 1: 38-44. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.20.05.36>> (acesso em: 01 Outubro 2009).

Souza, M..M. (2009) - *Desmatamento cresce mais rápido nos países andinos (on line)*. São Paulo – SP. Amigos da Terra - Amazônia Brasileira, Valor Econômico. Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/noticias/print.cfm?id=275581>> (acesso em: 30 Setembro 2009).

Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, SUDAM (2010) - *Legislação*

sobre a criação da Amazônia Legal (on line). Disponível em: <http://www.ada.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=114&Itemid=83> (acesso em: 09 Maio 2010).

Tassinari, C.C. & Macambira, M.J. (1999) - Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *International Geology Review* 22, 3: 174-182.