

## Uso de geotecnologias na proteção da biodiversidade

Lívia Karina Passos Martins<sup>1</sup>  
Paulo Cesar Fagan Zanon<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA  
Rua Juraci Magalhães Júnior, 608, Rio Vermelho. Salvador-Bahia. CEP: 41940-060  
livia.martins@ibama.gov.br

<sup>2</sup> Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA Caixa  
IBAMA – Sede/Brasília (Centro de Sensoriamento Remoto)  
paulo.zanon@ibama.gov.br

**Abstract.** The present work presents a panorama of the use of geotechnologies for the monitoring and controlling of the changes on the forest coverage, as well as the planning of actions of monitoring, controlling and protection of the biological diversity. The use of those technologies showed a great efficiency on the evaluation of the alterations of the vegetal coverage of the region of Amazonia Legal (Legal Amazon), giving important support to the planning actions and to the deforestation combat. These tools also allow to estimate the loss of biodiversity caused by the deforestation, generating subsidies for the politics of protection and preservation of the biodiversity of the country.

**Palavras-chave:** geotechnology, CBERS, biodiversity, geotecnologia, biodiversidade.

### 1. Introdução

O Mato Grosso é apontado como o Estado que apresenta maior índice de desmatamento do país, sendo a agricultura o grande norteador e delineador da transformação das florestas tropicais em culturas homogêneas, especialmente em plantio de soja, em uma velocidade bastante significativa. A dinâmica de desflorestamento nesta região tem sido incrementada, nos últimos anos, principalmente pela construção do porto graneleiro exportador da Cargil em Santarém (PA) e pela iminência do asfaltamento da BR-163, rodovia que liga o Estado do Mato Grosso a Santarém, no Pará. Estas obras de infra-estrutura privada e pública possibilitariam a minimização dos custos envolvidos no ciclo econômico da soja, no que concerne ao escoamento da produção, vislumbrando um cenário de crescimento econômico para a região e geração de lucros para os grandes produtores deste grão (Margulis, 2003, Alencar et al., 2004 e Soares-Filho et al., 2005).

Não obstante, o aumento de desmatamento nesta região (**Figuras 01**) tem acarretado perdas da biodiversidade e de seus processos ecológicos e evolutivos associados, de difícil recuperação, uma vez que a área em estudo localiza-se em pleno ecótono (IBGE), área de transição entre a Amazônia e o Cerrado. Esta área de tensão ecológica ou Zona de contato ou ainda transição entre duas formações vegetais com característica distintas (Resolução nº 12, de 4.05.94, do CONAMA), representa uma área de significativa diversidade biológica e grande possibilidade de conter espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção, podendo abrigar organismos dos Biomas circundantes, distribuídas por toda área.

Grande parte deste ecótono, de complexa magnitude, apresenta-se numa topografia plana, adequada para a mecanização. Além disso, na região, o hectare de floresta de transição, é considerado menos importante ambientalmente pelos produtores, sendo facilmente convertido em lavoura, aumentando consideravelmente os índices de desmatamento neste Estado. Nesse

sentido, o hectare de floresta pode ser mais barato do que do pasto, compensando, dessa forma, o desmatamento da floresta nativa (Alencar et al., 2004).

Os desmatamentos e fragmentação de florestas nativas desencadeiam irremediáveis processos de perda de biodiversidade local, devido principalmente à perda de habitats disponíveis para espécies biológicas, afetando o equilíbrio e funcionamento de ecossistemas regionais (Salati et al., 2006). O Brasil, detentor da maior floresta tropical do mundo, é responsável por garantir a proteção da sua biodiversidade e a preservação dos seus serviços ambientais, primordiais para a manutenção da vida. Desta maneira, as geotecnologias podem ser muito úteis para prever as tendências de expansão do desmatamento, bem como para monitorar e garantir a proteção da biodiversidade.

No ano de 2004, o INPE divulgou que a estimativa de desmatamento na Amazônia Legal Brasileira atingiu uma área de 2.313.000 hectares. Este resultado levou o Governo Federal a implementar o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia Legal, através do Ministério do Meio Ambiente, sendo coordenado pela Casa Civil, um esforço em conjunto de diversos Ministérios, no intuito de combater os crimes ambientais tão comuns na região e estimular o desenvolvimento de políticas sócio-ambientais mais sustentáveis para a região Amazônica.

No âmbito das ações fiscalizatórias, de monitoramento e controle de cobertura vegetal, executadas pelo IBAMA, houve apoio financeiro e aporte geotecnológico, objetivando localizar as áreas desmatadas com maior precisão e identificar os infratores para que fossem lavrados as multas correspondentes e os embargos das áreas, embasadas na lei de crimes ambientais (Lei Federal nº 9.605/98), sendo, os resultados da ação fiscalizatória encaminhados para o Ministério Público (MP), a fim de que corresse os procedimentos de persecução criminal.

Da mesma forma, os mapas georreferenciados elaborados (**Figuras 02, 03 e 04**) e validados em campo por fiscais do IBAMA subsidiaram os processos administrativos gerados pelo órgão, bem como os mecanismos de persecução criminal, desenvolvidos pelo MP. Nesse sentido, os indicativos de desmatamento, apontados pelo Projeto DETER (Detecção em Tempo Real) e as imagens multitemporais do satélite LANDSAT (2003 e 2004) e CBERS (2005), balizaram o planejamento da fiscalização, minimizando os custos temporais e logísticos, definiram prioridades, assim como aumentaram as chances de acertos nas ações fiscalizatórias em campo.

Os resultados apresentados abaixo, na abrangência da Base Operativa de Sinop (MT) refletem parte das ações implementadas para a proteção da biodiversidade na Amazônia Legal, com base no Plano de Combate ao Desmatamento, o que, dentre outras ações, contribuiu para a diminuição do índice de desmatamento na Amazônia em 30%, nos períodos de 2004/2005, e para a mesma previsão de redução para o ano de 2006, segundo dados do INPE.

## **2. Objetivo Geral**

Avaliar a eficácia do uso de geotecnologias na proteção da biodiversidade.

Contribuir na formulação de metodologia de monitoramento e controle de alterações ambientais.

## **2. Objetivos Específicos**

Validar em campo as poligonais indicativas de desmatamento, produzidas pelo Projeto DETER, identificar as áreas desmatadas irregularmente, na região da Base Operativa contra o desmatamento de Sinop/MT.

Avaliar as perdas da biodiversidade na região estudada, a partir das áreas desmatadas detectadas.

Fornecer subsídios para o aperfeiçoamento de mecanismos jurídicos e administrativos, gerados a partir dos crimes ambientais, bem como a estimativa de perda da biodiversidade associada, contribuindo para discussão e mudanças de políticas públicas afins, no âmbito da Amazônia Legal.

## **2. Área em estudo**

A área em estudo compreende os seguintes municípios pertencentes à Base Operativa contra o desmatamento do IBAMA em Sinop (MT): Cláudia, Feliz Natal, Ipiranga do Norte, Itanhangá, Nova Canaã do Norte, Nova Ubiratã, Porto dos Gaúchos, Paranatinga, Santa Carmem, Sorriso, Tabaporã, Tapurah, União do Sul, Vera e Brás Norte.

## **3. Material e Métodos**

### **3.1 Metodologia**

O presente trabalho foi realizado os meses de junho e julho de 2005 na região acima citada. A verificação dos polígonos indicativos de desmatamento foi realizada a bordo do helicóptero do IBAMA. Os polígonos indicativos de desmatamento foram gerados pelo INPE, projeto DETER e repassados ao IBAMA no âmbito do Projeto de Prevenção e Controle do Desmatamento. Os polígonos indicativos de desmatamento foram processados pelo CEMAM (Centro de Monitoramento Ambiental), gerando mapas de situação, apontando onde deveriam ocorrer prioritariamente ações de fiscalização. Com base neste material eram planejadas as ações de controle e combate ao desmatamento. Depois de definidas as áreas de ação, o material de campo foi elaborado, composto dos mapas indicativos de desmatamento, dos mapas das rotas e mapas regionais.

Nos mapas indicativos de desmatamento foram usadas imagens do satélite Landsat dos anos de 2003 e 2004, e imagens CBERS dos anos de 2004 e 2005, conforme a disponibilidade das imagens. Ambas as imagens foram georreferenciadas com base nas imagens do Projeto GLCF (Global Land Cover Facility - <http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>). Também foi realizada uma comparação entre imagens de diferentes datas sobre os polígonos do DETER. Esta comparação foi realizada com o objetivo de filtrar falsas detecções.

Em campo, foi verificada a veracidade e precisão dos dados do DETER, usando equipamento GPS (Sistema de Posicionamento Global). Com base no trabalho de campo e nas imagens de satélite foi feita a quantificação das áreas desmatadas e posteriormente procedeu-se a estimativa de perda de biodiversidade com base na metodologia proposta por Vieira et al. (2005).

Após os trabalhos de campo, quando constatado ilícito ambiental, os proprietários eram identificados e os devidos procedimentos administrativos aplicados, bem como eram inseridas as informações coletadas em campo na base de dados para futuras consultas e para avaliação e melhoria do sistema de detecção do DETER. Também foram gerados mapas temáticos de incremento de desmatamento nos anos de 2003, 2004 e 2005, usando dados do programa PRODES (INPE) e imagens de satélite.

### **3.2 Material utilizado**

Imagens e Órbitas/ponto utilizadas:

Landsat (2003): 226/68 (06/08/03), 227/68 (13/08/03), 225/68 (14/07/03), 225/69 (18/09/03), 226/67 (21/07/03), 226/69 (06/08/03) e 227/69 (13/08/03).

Landsat (2004): 225/68 (01/08/04), 225/69 (01/08/04), 226/68 (23/07/04), 226/69 (08/08/04), 227/67 (30/07/04), 227/68 (30/07/04) e 227/69 (15/08/04).

CBERS (2005): 165/114 (06/04/05), 166/112 (20/06/05), 166/113 (20/06/05), 166/114 (20/06/05), 167/112 (17/06/05), 167/113 (17/06/05) e 167/114 (17/06/05) e 167/113 (17/06/05).

Imagens LandSat Ortoretificadas do projeto GLCF (Global Land Cover Facility), como base de referência.

Base cartográfica da Base Operativa de Sinop, identificando Unidades de Conservação presentes, Terras Indígenas, a hidrografia, Reserva Legal, rede viária.

Para processamento das imagens e operações de geoprocessamento foi utilizado o programa computacional ArcGis 9.

### 3. Resultados e discussão:

Os desmatamentos identificados em campo foram, na sua maioria, grandes áreas preparadas para atividades agrícolas, com mecanização, segundo as entrevistas realizadas em campo com trabalhadores ou posteriormente com os próprios proprietários e representantes. A maior área desmatada irregularmente correspondeu a um tamanho de 4.822,467 hectares, no município de Nova Ubiratã, evidenciando o nível de recursos financeiros disponíveis para tal atividade.

Das áreas desmatadas, apenas 12,50% correspondeu às áreas com as devidas licenças ambientais legais apresentadas (**Tabela 1**). Das 80 áreas visitadas, apenas 8,75% não correspondiam a desmatamentos a corte raso, sendo encontrada vegetação com extração seletiva de madeira, áreas brocadas (procedimento prévio ao desmatamento) ou ainda mata aparentemente sem extração (**Tabela 2**).

Notou-se, por diversas vezes, o espanto dos proprietários das áreas desmatadas com a nova abordagem fiscalizatória e seu aporte geotecnológico. Logo que os proprietários localizavam suas fazendas nas imagens CBERS, facilmente indicavam os proprietários vizinhos, responsáveis por outros desmatamentos, o que auxiliou muito no procedimento investigativo após verificação em campo. Da mesma forma, foi nítido o aumento de denúncias de irregularidades na região, evidenciando a mudança de comportamento da sociedade quando o Estado realmente torna-se presente.

Além disso, como os proprietários sabiam que suas propriedades estavam sendo monitoradas, via satélite, a busca de informações para a regularização era imediata, facilitando o trabalho do IBAMA.



**Figura 01:** Desmatamento recente (primeira foto) e desmatamento consolidado (segunda foto). Crédito das fotos: IBAMA.

**Tabela 1:** Resultado consolidado da ação fiscalizatória no arco do desmatamento, em 15 municípios do Mato Grosso.

Mês	Áreas visitadas	Nº de autos de infração	Áreas embargadas (ha)	Multas (R\$)	Áreas com licenças	Áreas sem corte raso	Áreas já autuadas
Junho	37	25	17.144,0790	25.992.684,20	03	07	02
Julho	43	35	30.778,9708	45.061.181,35	07	00	01
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>60</b>	<b>47.923,0498</b>	<b>71.053.865,55</b>	<b>10</b>	<b>07</b>	<b>03</b>

**Tabela 2:** Polígonos identificados pelo DETER que não correspondiam a desmatamentos com corte raso. Observações a bordo do helicóptero.

Identificador DETER	Latitude	Longitude	Observações em campo
1474	12° 49' 54"	57° 23' 06"	Mata aparentemente sem extração
1503	12° 12' 28"	57° 04' 30"	Mata aparentemente sem extração
1038	13° 12' 28"	57° 04' 30"	Antiga exploração madeireira (extração seletiva)
512	11° 48' 09"	56° 05' 31"	Mata aparentemente sem extração
930	12° 25' 12"	56° 35' 35"	Área brocada (etapa anterior ao corte raso)
654	12° 26' 15"	54° 38' 48"	Área brocada (etapa anterior ao corte raso)

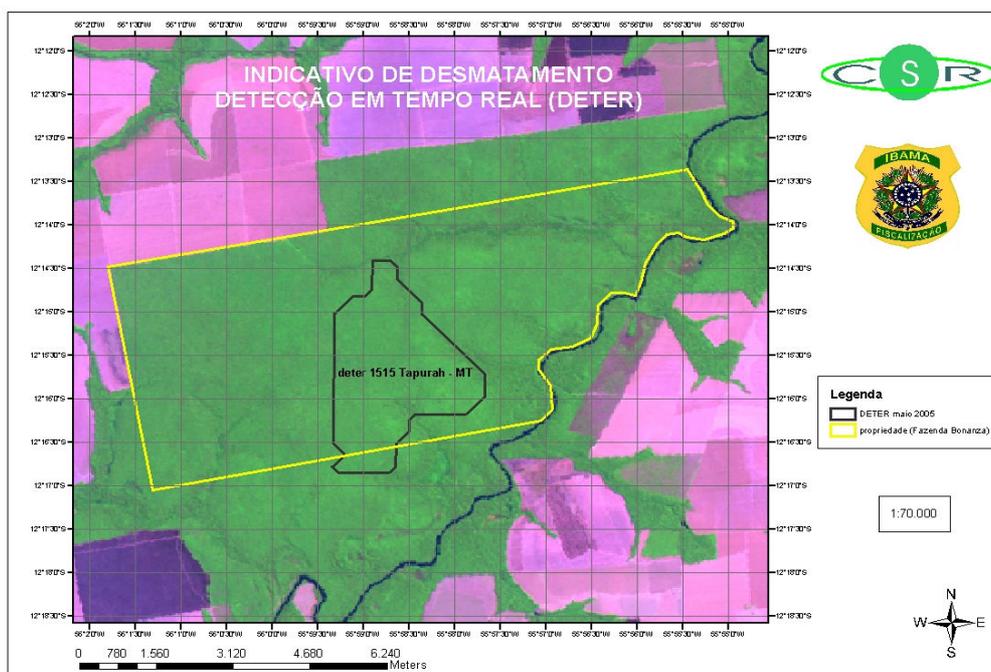
Muito embora seja fácil perceber que o desmatamento na Amazônia seja o maior responsável pela perda significativa da biodiversidade, sua estimativa é um grande desafio, principalmente porque ainda não existem dados precisos acerca do número de espécies existentes neste Bioma. Da mesma forma, a taxa de endemismo e de extinção permanecem incertos, considerando que 70% das espécies amazônicas ainda não tenham sido descritos pela ciência (Salati et al., 2006).

Nesse sentido, com os devidos cuidados e considerando a alta taxa de endemismo e a diversidade nas regiões de transição entre a Amazônia e o Cerrado e suas peculiaridades, foi feita uma extrapolação dos dados para a região do Mato Grosso estudada, calculando-se o cenário das perdas da biodiversidade. Para tanto, estes dados obtidos em campo, a partir do DETER, foram comparados com o trabalho de Vieira et al. (2005), o qual calculava o número de espécimes perdidas com o desmatamento no Bioma Amazônico.

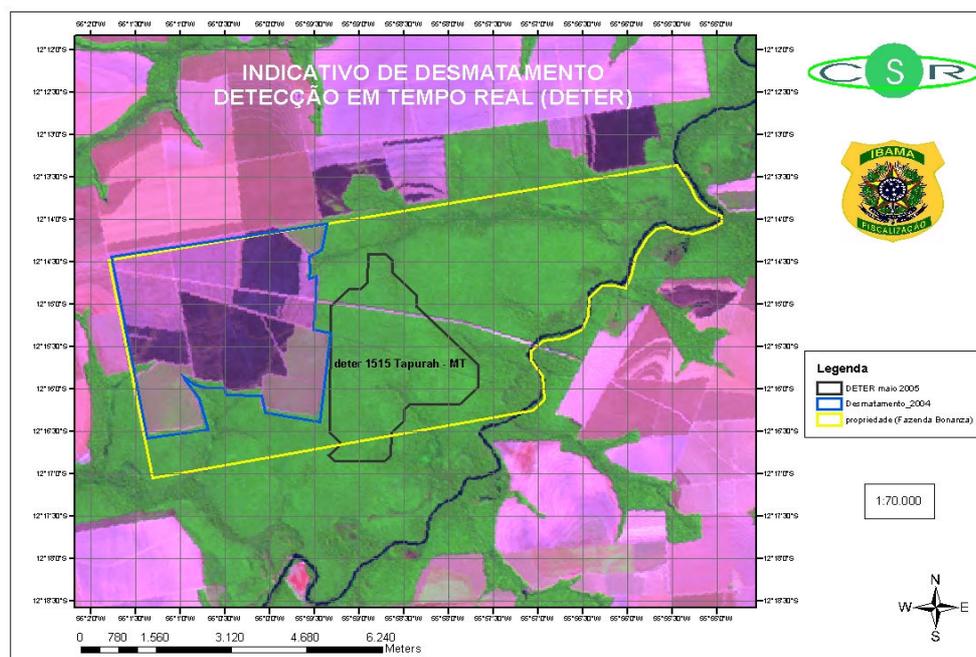
Segundo dados compilados por Vieira et al. (2005), em cada 1Km<sup>2</sup> de floresta na Amazônia, são encontrados cerca de 45.000 a 55.000 espécimes de árvores, que tem diâmetro na altura do peito maior que 10 cm (DAP), de 1.658 a 1910 indivíduos de aves e de 35 a 81 indivíduos de primatas. Portanto, considerando ainda que a área de 479,23Km<sup>2</sup> de desmatamentos irregulares, na região estudada, seja classificada como área de transição ou ecótono, o qual, normalmente, apresenta uma diversidade maior de espécies, os números de

indivíduos perdidos para estes três grupos biológicos foram: de 21.565.350 a 26.357.650 de plantas, de 794.563,3 a 915.329,3 de aves e de 16.773,05 a 38.817,63 primatas.

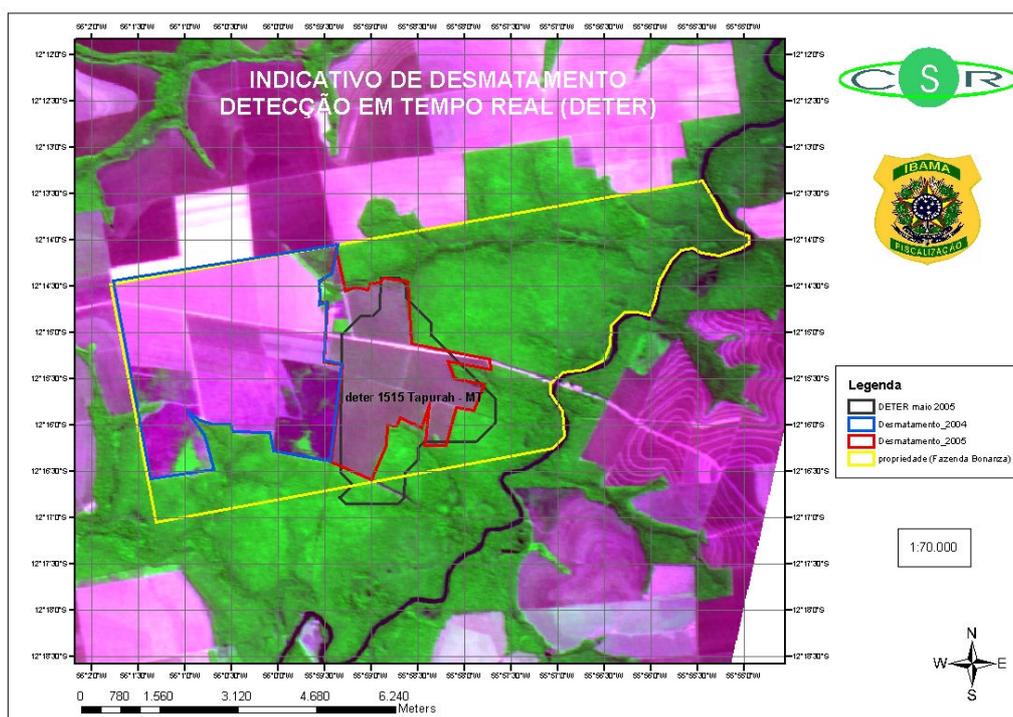
A perda da biodiversidade é um evento irreversível e com conseqüências ambientais de difícil mensuração, principalmente por se tratar da maior floresta tropical do mundo, a qual ainda é muito pouco estudada considerando a sua dimensão. Não obstante, a estimativa destes dados é determinante para a estabelecer políticas de conservação da Biodiversidade no país.



**Figura 02:** Indicativo de Desmatamento (DETER – Detecção em Tempo Real), imagem Landsat 227/68, ano 2003.



**Figura 03:** Desmatamento de área de aproximadamente 1450 hectares, no município de Tapurah/MT. Imagem Landsat 227/68, ano 2004.



**Figura 04:** Desmatamento de área de aproximadamente 712 hectares, no município de Tapurah/MT. Imagem CBERS, ano 2005.

#### 4. Conclusão:

Atividades econômicas associadas ao desmatamento têm sido uma das maiores ameaças à proteção da biodiversidade na Amazônia Legal, especialmente no Estado do Mato Grosso, localizado em zonas de fronteira agrícola, em pleno arco do desmatamento.

A extinção de espécies é um evento implacável e irreversível, de modo que suas consequências são inestimáveis e desastrosas para a sobrevivência e equilíbrio de todo o ecossistema, especialmente quando se trata de ecótonos entre biomas hiperdiversos, que abrigam fenômenos biológicos únicos.

O governo federal tem apresentado diversas estratégias de proteção à Amazônia Brasileira, dentre elas a criação de unidades de Conservação previamente às ações de implantação de infra-estrutura, a exemplo do asfaltamento da rodovia BR-163. De fato, as unidades de conservação, especialmente as de proteção integral, como os Parques Nacionais, desempenham um papel relevante na manutenção de grandes áreas de floresta tropical, mostrando-se efetivos na preservação da biodiversidade, desde que seu Programa de Proteção seja eficiente e haja uma eficaz política de inclusão social na sua zona de amortecimento.

Entretanto, criação de Unidades de conservação não deve ser a única opção. Ações fiscalizatórias indiscutivelmente inibem crimes ambientais quando elas são contínuas, eficazes e capazes de subsidiar os mecanismos de persecução criminal, através de processos cientificamente bem embasados.

Neste contexto, o uso de geotecnologia, a exemplo de comparação de imagens multitemporais LANDSAT e CBERS (no projeto PRODES) ou MODIS (no projeto DETER), apresentou-se efetivamente como um avanço nos subsídios do planejamento e execução da fiscalização ambiental, tornando-se uma ferramenta fundamental no aperfeiçoamento de mecanismos penais e administrativos, além de subsidiar estimativas de perdas da biodiversidade local e regional, ampliando o entendimento da estimativa do dano ambiental causado pelo desmatamento.

Portanto, é imprescindível que as políticas públicas ambientais acompanhem a evolução de geotecnologias, utilizando-se imagens de satélite disponíveis na Internet, a exemplo das imagens CBERS, minimizando, assim, os custos, aumentando definitivamente a eficácia das ações executadas e corroborando, deste modo, com a aplicação das leis de crimes ambientais.

## **6. Agradecimentos:**

A todos os fiscais do IBAMA que atuaram na Base Operativa de Sinop (MT), durante este período e ao Centro de Sensoriamento Remoto (CSR) pela disponibilização da geotecnologia e orientação.

## **7. Referências Bibliográficas:**

Alencar, A., Nepstad, D., McGrath, D., Moutinho, P., Pacheco, P., Diaz, M. D. C. V. e Soares Filho, B. **Desmatamento na Amazônia: indo além da “Emergência Crônica”**. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. 85p, 2004.

Cohenca, D. **A expansão da fronteira agrícola e sua relação com o desmatamento detectado em imagens Landsat TM e ETM+ na região norte da BR-163, Pará entre os anos de 1999 a 2004**. Monografia (Especialização em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2005.

Margulis, S. 2003. Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira. 1ª edição. Brasília, Brasil, 100p.

Vieira, I. C. G., Silva, J. M. C. e Toledo, P. M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 153-164, 2005.

Soares-Filho, B. S., Nepstad, D. C., Curran, L., Cerqueira, G. C., Garcia, R. A., Ramos, C. A., Voll, E., McDonald, A., Lefebvre, P., Schlesinger, P. e McGrath, D. Cenários de Desmatamento para a Amazônia. **Estudos Avançados** v. 19 n. 54, p. 137-152, 2005.

Salati, E., Santos, A. A. e Klabin, I. Temas Ambientais Relevantes. **Estudos Avançados** v. 20, n. 56, p. 107-127, 2006.