

## Análise dos alertas de desmatamentos (2003-2007) na margem direita da Alta Bacia do Araguaia

Carlos Antônio Melo Cristóvão  
Laerte Guimarães Ferreira Jr.  
Diego Tarley Ferreira Nascimento  
Fernando Moreira de Araújo  
Iza Carla Oliveira Silva  
Gabriela Nogueira Ferreira da Silva

Universidade Federal de Goiás - UFG/IESA-LAPIG  
Caixa Postal 131 – 74001-970 – Campus Samambaia – Goiânia-GO  
{cristovao.cam, diego.tarley, fernandomsbl}@gmail.com  
laerte@iesa.ufg.br  
iza\_ufg@posgrad.ufg.br  
gabriela.nogueira@pop.com.br

**Abstract.** The goal of the present work, situated within the context of the initiative “Rede Goiana de Pesquisa de GeoAmbiente/Araguaia - Mapeando para proteger” (UFG & Ministério Público de Goiás), was to assess possible changes in the remnant vegetative cover of the upper Araguaia river basin. To this end, we evaluated potential deforestation data for the 2003 – 2007 period, obtained through the Cerrado warning deforestation system (SIAD Cerrado), which relies on the automated comparison of MODIS NDVI (normalized difference vegetation index) images. Overall, near 127,000 hectares of possible conversion, which corresponds to about 3% of the total area investigated, were found along 31 municipalities and four sub-basins defined according to the Otto coding system. The impact of the current conversion becomes even more severe when we consider that about 77% of the upper Araguaia basin has been already transformed into pasturelands and agriculture fields. Our results clearly indicate the need for the systematic monitoring of this region, at different spatial units and scales, as well as through the use of combined orbital sensors.

**Palavras-chave:** deforestation, Cerrado, upper Araguaia river basin, desmatamento, Cerrado, Alta Bacia do Rio Araguaia.

### 1. Introdução

O bioma Cerrado, segundo maior do Brasil em extensão e biodiversidade, ocupa uma área de 204,7 milhões de hectares, abrangendo onze estados brasileiros: São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí, Ceará e Rondônia mais o Distrito Federal (IBGE, 2004) - totalizando 25% do território nacional. Localizando-se predominantemente no Planalto Central do Brasil, entre 5° e 20° de latitude Sul e de 45° a 60° de longitude Oeste, o Cerrado é, devido ao soerguimento do Escudo Brasileiro ocorrido no Período Pós-Cretáceo, o divisor de águas das três maiores redes hidrográficas brasileiras: a Amazônica, a Platina e a do São Francisco (Nascimento, 2002).

Reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade, o bioma Cerrado é considerado um dos 34 *hotspots* de biodiversidade no mundo (Myers *et al.*, 2002) tendo sofrido um rápido processo de conversão da cobertura vegetal em uso antrópico por conta da intensa ocupação agropastoril (Klink e Machado, 2005).

Machado e colaboradores (2004) apontam para um total de 34% de áreas de Cerrado conservadas. Os dados obtidos no âmbito do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO<sup>1</sup> (Sano *et al.*, 2007) apontam para um total de 39,5% do Cerrado já convertidos em 2002. Em particular para o estado de Goiás, onde há uma

---

<sup>1</sup> Dados disponíveis para *download* no sítio do MMA (Ministério do Meio Ambiente): <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>

percentagem de 97% do bioma, os mesmos dados indicam uma área de 18.180.482 hectares, ou 55%, de uso antrópico.

O fato é que o Cerrado é um dos biomas brasileiros mais ameaçados, visto que o desmatamento continua. Para o período entre 2003 e 2007, dados gerados através do Sistema Integrado de Alerta de Desmatamentos – SIAD<sup>2</sup> (Ferreira *et al.*, 2007) sugerem desmatamentos da ordem de 1,9 milhões de hectares.

Em relação ao Estado de Goiás, mais especificamente a sua porção centro-sul, o desmatamento intenso, desde 1970, foi causado principalmente pelo surgimento de tecnologias voltadas ao manejo dos solos ácidos, o que possibilitou o rápido avanço da fronteira agrícola.

Neste contexto, e respaldando o uso da Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental e territorial, conforme a lei n<sup>o</sup> 9.433 de 8 de janeiro de 1997, haja visto que a mesma estabelece as melhores relações entre causa e efeito diante processo de renovação/manutenção dos recursos naturais, este trabalho tem por objetivo avaliar a cobertura e uso da terra, bem como os desmatamentos em curso, no período de 2003 a 2007, na margem direita da Alta Bacia do Rio Araguaia. Esta área foi selecionada por representar o histórico de conversão da cobertura vegetal original do Cerrado em áreas de expansão da agropecuária que, a partir de 1970, na região sudoeste do estado de Goiás, se consolidou pela abundância de solos propícios para agropecuária e a facilidade de acesso à propriedade existente na porção sudoeste do Estado de Goiás (Neto, 2002, p. 30). Outro ponto importante à utilização desta área diz respeito ao seu caráter estratégico quanto à conservação das nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia (Faria, 2006).

Em particular, o presente trabalho é fruto dos resultados iniciais do projeto Rede Goiana de Pesquisa de GeoAmbiente/Araguaia - Mapeando para proteger, fruto da parceria firmada entre o Ministério Público e o Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás (LAPIG/UFG) com vistas à utilização de imagens de satélite e dados cartográficos para o monitoramento da cobertura vegetal nos municípios localizados na Bacia do Alto Araguaia.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Área de Estudo**

Situada na porção sudoeste do Estado de Goiás, a Alta Bacia do Araguaia se localiza entre as coordenadas geográficas 53°30' e 50°00' de latitude Sul e 15°30' a 18°00' de longitude Oeste, abrangendo uma área de 3.856.789,284 hectares e 31 municípios (Figura 1).

A Alta Bacia do Rio Araguaia é um dos três segmentos propostos por Latrubesse e Stevaux (2002, *apud* Faria, 2006, p. 19), sendo considerado como o segmento do rio “que se estende das suas nascentes até a cidade de Registro do Araguaia, com 450 km e um desnível de 570 m”.

Atribui-se à região da Alta Bacia, segundo a classificação de Koppen, o tipo climático Aw – Tropical quente sub-úmido, característico por possuir duas estações bem distintas, uma quente e chuvosa (primavera-verão, ou seja, de setembro a março) e outra fria e seca (outono-inverno, correspondentes aos meses de março a setembro). Com média de temperatura anual de 23°C, tem-se na região médias anuais de pluviosidade que variam de 1730 a 1350 mm (Santana, 2006 *apud* Faria, 2006).

Sobre sua geomorfologia, tem-se uma unidade de relevo denominada por relevos planos e suavemente ondulados composto pelo Planalto e Chapada da Bacia Sedimentar do Paraná como ainda pelo Planalto Central Goiano. As cotas altimétricas estão compreendidas entre 100 e 1100 m e dominam-se os solos Neossolos Quartzarênicos (61,71%), seguido pelos

---

<sup>2</sup> Dados não publicados. Para maiores informações e aquisição acesse: <http://www.ufg.br/lapig>.

Latossolos Vermelho (12,12%) e Latossolos Vermelho-Amarelo (11,32%) ao passo que os Cambissolos (1,65%), Neossolos Quartzarênicos hidromórficos e Gleissolos (12,97%) e os Argissolos (0,23%) são também representativos (Borges *et al.*, 2007).

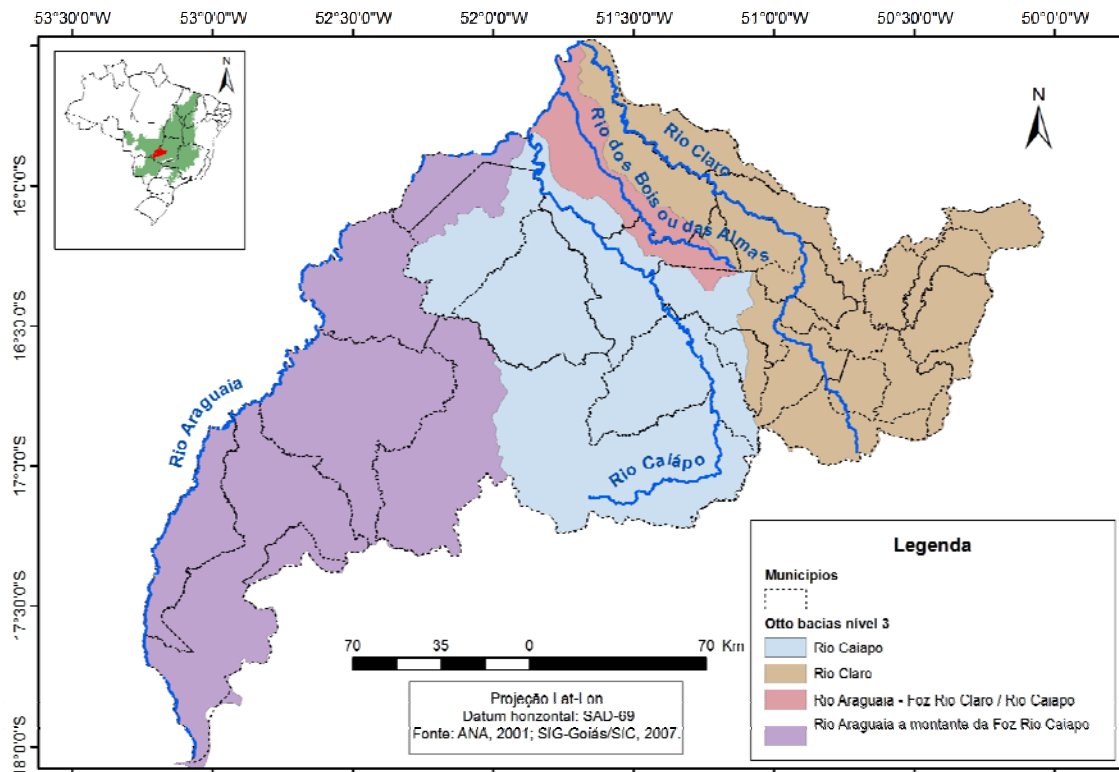


Figura 1: Localização da Margem direita da Alta Bacia do Rio Araguaia.

## 2.2 Dados

Os dados cartográficos de limites municipais utilizados foram elaborados pela SIC (Secretaria de Indústria e Comércio do Estado de Goiás), disponibilizados no banco de dados do SIEG (Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás). Os limites da compartimentação do Estado de Goiás em Bacias Hidrográficas segundo metodologia do Dr. Otto Pfafstetter foram obtidas junto à ANA (Agência Nacional de Águas). Quanto ao mapa de cobertura e uso da terra, utilizou-se o mapeamento realizado no âmbito do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira realizado por meio de análise de imagens do satélite Landsat de 2002 (Sano *et al.*, 2007).

Quanto aos dados de alertas de desmatamentos, estes foram obtidos através do Sistema de Alerta de Desmatamento (SIAD) com base na comparação de imagens MODIS NDVI para os anos de 2003 a 2007 e inspeção visual com base em imagens CBERS-2 CCD (para se identificar/confirmar os polígonos de alertas eliminando os falsos desmatamentos) (Rocha *et al.*, 2008).

Através de um SIG (Sistema de Informações Geográficas), os polígonos de alerta de desmatamento para a área da Alta Bacia do Araguaia foram interceptados com os limites municipais e das Ottobacias nível três (Pfafstetter, 1989), procedendo-se a uma quantificação e análise geográfica dos mesmos.

## 3. Resultados

### 3.1 Apresentação e Análise dos dados com base em limites municipais

Dos 31 municípios da área de estudo, 14 possuem alertas de desmatamento (Tabela 1), dentre os quais, 11 apresentam uma quantidade reduzida (0,15% a 4,98% de área total) em comparação a outros três que concentram as maiores áreas de alertas: Mineiros (8,3%), Santa

Rita do Araguaia (18,9%), e Caiapônia (54,1%). A área de alertas de desmatamentos destes três municípios totaliza mais da metade de toda a área de alertas da Alta Bacia do Araguaia.

Tabela 1 – Alertas de desmatamento e passivos ambientais de catorze dos municípios da área.

MUNICÍPIOS	ÁREA TOTAL (HA)	ALERTAS DE DESMATAMENTO		PASSIVO AMBIENTAL (%)
		ÁREA (HA)	% DO TOTAL	
Caiapônia	692.641	71,57	54,14%	55,7%
Santa Rita do Araguaia	135.708	25,04	18,95%	69,4%
Mineiros	386.048	10,98	8,31%	60,4%
Montes Claros de Goiás	289.790	6,58	4,98%	81,8%
Piranhas	204.776	5,19	3,93%	73,8%
Palestina de Goiás	132.068	4,01	3,04%	75,3%
Paraúna	92.042	3,45	2,61%	78,4%
Diorama	68.735	1,66	1,26%	84%
Bom Jardim de Goiás	185.070	1,32	1,00%	62,9%
Córrego do Ouro	46.182	0,81	0,62%	82,7%
Israelândia	57.748	0,51	0,39%	64,5%
Jaupaci	52.720	0,49	0,37%	75,3%
Portelândia	31.979	0,32	0,25%	54%
Arenópolis	107.459	0,19	0,15%	73,6%

Nota-se que estes três municípios possuem um percentual de passivo ambiental<sup>3</sup> abaixo de 69,1%. O município de Caiapônia se destaca por possuir 44,1% de remanescentes, o que sugere uma relativa manutenção da vegetação nativa (Figura 2b). Porém, o elevado percentual de áreas de alertas de desmatamentos do município pode indicar uma mudança no padrão de uso do solo no período considerado neste trabalho (2003/2007). Ou seja, a conversão de vegetação remanescente em pastagem (uso predominante na região).

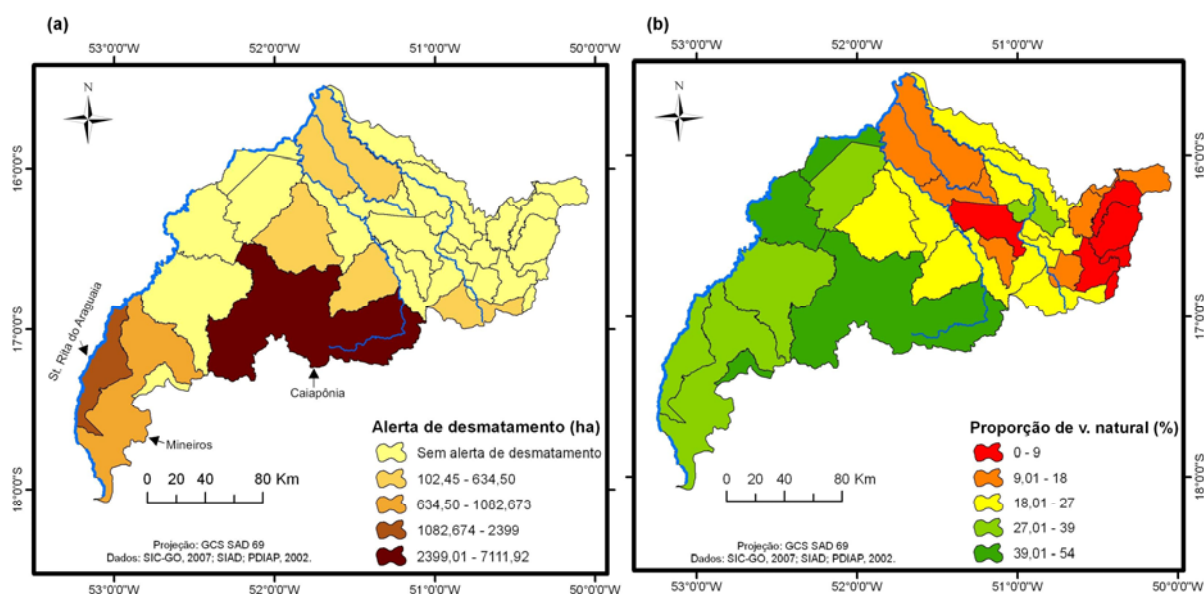


Figura 2 – Quantidades de área de alertas de desmatamento (2003-2007) (a) e proporção de vegetação natural (2002) (b) por municípios.

Os municípios de Mineiros e Santa Rita do Araguaia apresentam passivos ambientais próximos a 70%, o que segundo Bonnet *et al.*(2006) sugere como uma proporção de remanescente próxima ao limite mínimo preconizado pelo Código Florestal. Em fato, estes

<sup>3</sup> Consideramos passivo ambiental toda e qualquer área convertida em uso.

municípios apresentam, conforme os dados de alertas de desmatamentos, uma continuidade significativa do processo de conversão dos remanescentes em pastagem.

Nos demais municípios com alertas de desmatamentos verifica-se, no geral, um passivo ambiental acima desta porcentagem limite (i.e. 70%, sendo que a média é de 73,3%). Isso indica que tais municípios, por já terem passado por um processo de desflorestamento, tem se preocupado com a legislação ambiental e fiscalizado seu território. Assim, tendem a apresentar porcentagens reduzidas de alertas.

Em fato, os 17 municípios que não apresentaram alertas de desmatamento para o período, possuem um alto percentual de passivo ambiental, onde a conversão de vegetação remanescente em áreas antropizadas já atingiu sua quantidade limite, i.e. estes municípios já não possuem muitas áreas a serem convertidas. Quatro destes municípios (Baliza, Aragarças, Israelândia e Doverlândia) são exceções, já que possuem passivos ambientais abaixo dos 70%.

### 3.2 Análise dos alertas de desmatamentos em relação às Ottobacias nível 3.

A partir dos mesmos alertas de desmatamento e passivos ambientais já analisados, a quantificação por bacias hidrográficas no âmbito de quatro Ottobacias de nível três permitiu constatar que as áreas de maior intensidade de alertas estão localizadas em duas regiões: a primeira, na parte central da Alta Bacia (Bacia hidrográfica Rio Caiapó), com 7.773,0 hectares, e a segunda, na parte sudoeste (Região hidrográfica Rio Araguaia/ montante da foz do Rio Caiapó), com 4.044,0 hectares (Figura 3a).

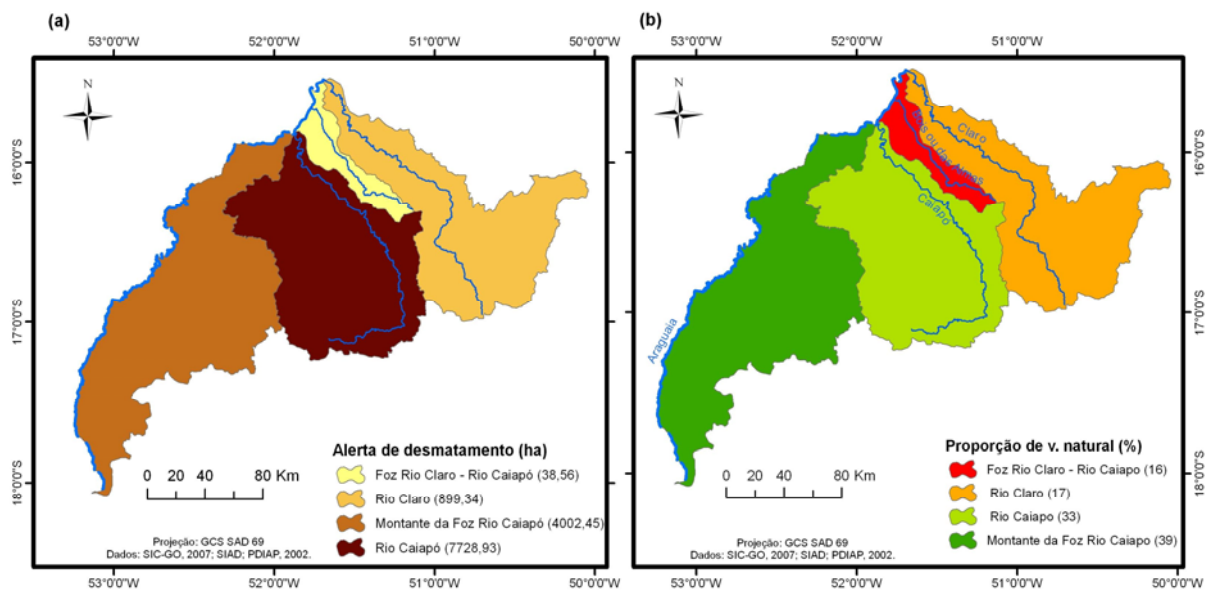


FIGURA 3 – Área dos alertas de desmatamentos (2003-2007) (a), e proporção de vegetação natural (2002) (b), conforme as Otto Bacia nível três da Alta bacia do Araguaia.

As menores áreas de alertas encontram-se distribuídas a jusante da Alta Bacia, em duas sub-bacias: a Região Hidrográfica Rio Araguaia - Foz rio Claro/ Rio Caiapó, com 38,6 hectares de alertas de desmatamento, e a Bacia Hidrográfica Rio Claro, com 90,6 hectares de alertas.

As áreas que apresentam os menores valores de alertas de desmatamento são as mesmas que possuem acentuada proporção de passivo ambiental, como é visto na Região Hidrográfica Rio Araguaia - Foz Rio Claro / Rio Caiapó (84,3%) e na Região da bacia Hidrográfica Rio Claro (82,6%) (Tabela 1).

**Tabela 1-** Quantificação absoluta e relativa dos alertas de desmatamento e do Passivo ambiental por Otto bacias nível 3 da Alta Bacia do Araguaia.

OTTO BACIAS HIDROGRÁFICAS NÍVEL 3	ÁREA TOTAL (HA)	ALERTAS DE DESMATAMENTO		PASSIVO AMBIENTAL (%)
		ÁREA (HA)	% DO TOTAL	
Região da Bacia Hidrográfica Rio Caiapó	1.211.622,3	7.773	8,58	66,7%
Região da Bacia Hidrográfica Rio Claro	1.026.800,3	0,906	1,00	82,6%
Região Hidr. Rio Araguaia - Foz Rio Claro / Rio Caiapó	187.885,6	0,386	0,04	84,3%
Região Hidr. Rio Araguaia A Montante Da Foz Rio Caiapó	1.430.481,1	40.444	44,62	60,7%

Em contrapartida, os valores mais reduzidos de passivo ambiental se mantêm à montante da Alta bacia do Araguaia, com 66,7% para a Região da bacia Hidrográfica Rio Caiapó e 60,7% na Região Hidrográfica do Rio Araguaia à montante da Foz Rio Caiapó. Nestas regiões, contudo, se encontram os valores mais acentuados de alertas de desmatamentos.

#### 4. Considerações Finais

Os dados levantados pelo SIAD para a margem direita da Alta Bacia do Rio Araguaia apontaram cerca de 127.624 hectares de alertas de desmatamento, o que corresponde a 3,3% da área total (3.856.789 hectares). Quanto à conservação da vegetação remanescente, conforme o mapeamento realizado no âmbito do PROBIO (Sano *et al.*, 2007), a Alta Bacia possui um passivo ambiental de 76,7%, percentual este bem acima dos 69,1% destacados por Bonnet (2006) como sendo a proporção máxima de uso antrópico em relação à vegetação nativa requerida legalmente<sup>4</sup>.

As áreas de alertas de desmatamentos concentram-se basicamente nos setores central e sudoeste da margem direita da Alta Bacia, com uma maior concentração nos municípios de Mineiros (8,3%), Santa Rita do Araguaia (18,9%), e Caiapônia (54,1%), os quais apresentam baixo passivo ambiental.

O mesmo ocorre com os desmatamentos na análise por Ottobacia, onde os valores evidenciam que os alertas de desmatamentos se encontram principalmente na parte sudoeste e central, ou seja, na região à montante da alta bacia (Figura 3a). Nas quatro Ottobacias, é possível constatar valores mais reduzidos de alertas de desmatamento em áreas com alto passivo ambiental, ou seja, já consolidadas em uso antrópico. Em contrapartida, as Ottobacias que possuem maiores áreas de alerta de desmatamentos apresentam menor passivo ambiental.

A maior detecção dos alertas de desmatamentos nos municípios e nas Ottobacias com uma maior quantidade de remanescentes sugerem serem novas regiões para conversão do cerrado em áreas de agropecuária e na situação contrária (menores áreas de alertas de desmatamento em áreas de alto passivo ambiental) demonstra que tais áreas podem ter chegado a uma quantidade limite de conversões de remanescentes em áreas de pastagem, quanto à sua viabilidade ambiental, uma vez que a legislação ambiental define a preservação de algumas áreas (APP e Reserva Legal).

Nas áreas de remanescentes retratadas, temos basicamente o domínio do bioma Cerrado que, como o estudo mostra, vem sendo intensamente convertido em áreas antropizadas, tornando-se um ecossistema pulverizado e, portanto, difícil de ser preservado. Isto decorrente do acelerado processo de degradação da biodiversidade do Cerrado em prol do cultivo da soja, e posteriormente, da expansão do setor sucroalcooleiro.

Considerando o rápido e intenso desmatamento do bioma Cerrado, ressalta-se a necessidade de um monitoramento sistemático da cobertura vegetal utilizando sensores

<sup>4</sup> Segundo Bonnet (2006), 30,9% do total das áreas deve ser destinado ao ativo ambiental, que corresponde a 20% de Reserva Legal e 10,9% de Área de Preservação Permanente - APP.

orbitais de melhor detalhamento, como exemplo a câmera CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), e para estudos mais detalhados ainda, e a câmera HRC (Câmera Pancromática de Alta Resolução), ambas a bordo do satélite CBERS-2B.

A fim de se entender melhor os “drivers” da dinâmica de uso da terra e os desdobramentos do desmatamento na área de estudo, a análise detalhada da relação entre os alertas de desmatamentos e o PIB (Produto Interno Bruto) dos municípios possibilitaria maiores compreensões do que vem ocorrendo. A criação de políticas públicas ambientais voltadas à preservação das áreas de Cerrado ainda existentes poderia direcionar positiva e significativamente as dinâmicas territoriais.

No tocante às Ottobacias, uma posterior análise que compreenda a existência e atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas na questão do uso da terra, poderia auxiliar na obtenção de respostas sobre a conservação ambiental na Alta Bacia.

### **Agradecimentos**

Este trabalho está sendo desenvolvido com o apoio financeiro da FAPEG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás). O primeiro e o terceiro autores recebem bolsa de estágio pela Procuradoria Geral de Justiça (Ministério Público do Estado de Goiás), o segundo autor é bolsista de produtividade em pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O quarto e a quinta autora são bolsistas da FINATEC (Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos), e a sexta autora é bolsista da Conservação Internacional.

### **Referências Bibliográficas**

Aguiar, M. C. de. *et al.* **Mapeamento do Uso do Solo e da Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado a partir de dados orbitais MODIS e SRTM e dados Censitários.** SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. Goiânia, 16-21 abril 2005. Anais do XII SBSR. p. 2779-2801.

Bonnet, B. R. P.; Ferreira, L. G.; Lobo, F. C. **Sistema de Reserva Legal Extra-Propriedade no Bioma Cerrado: Uma Análise Preliminar no Contexto da Bacia Hidrográfica.** Revista Brasileira de Cartografia, n. 59/2, ago. 2006.

Borges, R. de O.; Silva, R. A. A. da; Castro, S. S. **Utilização da classificação por distância euclidiana no mapeamento dos focos de arenização no setor sul da alta bacia do Rio Araguaia.** SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. Florianópolis, 21-26 abril 2007. Anais do XIII SBSR. p. 3777-3784.

Brasil. Lei nº 9.433. de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição da República Federativa do Brasil e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 de janeiro de 1997. Seção 3.

Faria, K. M. S. de. **Caracterização dos remanescentes de cerrado e suas relações com o uso e ocupação das terras da Alta Bacia do Rio Araguaia.** 2006. 177 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2006.

Ferreira, N. C.; Ferreira Júnior, L. G.; Huete, A. R.; Ferreira, M. E.. **An operational deforestation mapping system using MODIS data and spatial context analysis.** International Journal of Remote Sensing, v. 28, p. 47-62, 2007.

Klink, C. A.; Machado, R. B. **Conservation of the Brazilian Cerrado.** Conservation Biology, 2005, vol. 19, n. 3, p. 707-713.

Machado, R. B.; Ramos Neto, M. B.; Pereira, P. G. P.; Caldas, E. F.; Gonçalves, D. A.; Santos, N. S.; Tabor, K. E.; Steininger, M. **Estimativas de perda da área do cerrado brasileiro.** Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília,DF,2004.

Myers, N. *et al.* **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature. 2000, n. 403, p. 853-858.

Nascimento, M. A. L. S. do. **O meio físico do cerrado: revisitando a produção teórica pioneira.** In: Almeida, M. G. de (org.). Abordagens geográfica de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade. Goiânia: IESA, 2002. Cap. 2, p. 47-89.

Neto, A. T. **O território goiano: formação e processo de povoamento e urbanização.** In: ALMEIDA, M. G. de (org.). Abordagens geográfica de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade. Goiânia: IESA, 2002. Cap. 1, p. 11-45.

Pfafstetter, O. **Classificação de bacias hidrográficas: metodologia de codificação.** Rio de Janeiro, RJ: Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), 1989. 19 p. Trabalho não publicado.

Rocha, G. F. *et al.*. **Mapeamento e análise dos desmatamentos no bioma cerrado para o período 2004-2005.** SIMPOSIO NACIONAL CERRADO, 9. Brasília, 12-17 out. 2008. Anais do IX SIMPOSIO NACIONAL DOS CERRADOS.

Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L. S.; Ferreira, L. G. **Mapeamento de cobertura vegetal do Bioma Cerrado: estratégias e resultados.** Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2007.