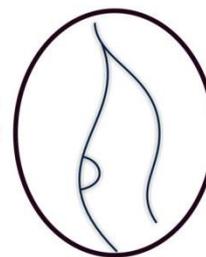




INTERFACE  
ISSN 1806-6062



nemad.webnode.com - Interface, Edição número 07, março de 2014.

---

## Análise da distribuição de ilícitos ambientais contra a vegetação nativa ocorridos em diversas classes de cobertura, uso, ocupação e divisão do solo

Gustavo M. J. Lazzarini – IBAMA/TO  
Thalyta de Cássia da Silva Feitosa – UFT  
Edivaldo Dias Barbosa – IBAMA/TO  
Jane Barbosa Aguiar Lazzarini - FAPAL

### Resumo

A remoção da vegetação nativa ou sua alteração sem autorização dos órgãos ambientais competentes consistem em ilícito ambiental passível de sanções administrativas como o embargo. Neste trabalho, foi realizado o cruzamento de informações de cobertura, uso e ocupação do solo do estado do Tocantins, com dados de termos de embargo lavrados pelo Instituto brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis entre 2004 e 2013. Foram usadas ferramentas de intersecção espacial a fim de se conhecer a relação entre as classes de análise e as infrações ambientais. Constatou-se que a concentração de ações ilegais contra a vegetação nativa é maior no bioma Cerrado do que no bioma Amazônia. As áreas de vegetação nativa classificadas como campo, cerrado sentido restrito e cerradão foram as que mais tiveram áreas embargadas. A proximidade de rodovias ou de assentamentos de reforma agrária não foi fator que ocasionasse maiores índices de ilícitos, enquanto a proximidade com áreas urbanas e unidades de conservação foi. Já a proximidade de terras indígenas e vila e povoados rurais caracterizou-se como inibidor da ocorrência de desmatamentos ilegais. Os resultados deste trabalho permitem traçar um perfil dos ilícitos contra a vegetação nativa e direcionar ações voltadas ao combate dos ilícitos ambientais.

Palavras-chave: desmatamento, áreas embargadas, Cerrado, Amazônia

### Abstract

The native vegetation removal or degradation without environmental licensing is environmental crime liable to law enforcement procedures as stopped area. In this work, they were crossed information about land cover and land use from Tocantins State, and data from stopped areas terms enforced by Brazilian Environmental Institute between 2004 and 2013. They were employed intersection's tools to known the relationship among the analyzed classes and the environmental crimes. It was detected the concentration of illegal activities against the vegetation is higher in Cerrado biome than in Amazonia biome. The sites classified as "Campo", "Cerrado Sentido Restrito" and "Cerradão" have had the largest stopped area. The highways' or agrarian reform settlements' proximity wasn't feature to increase the stopped area amount, while the urban areas' or conservation areas' proximity was it. The proximity to indigenous land, villages or settlements featured as an inhibition factor against illegal deforestations. The found results allow defining the profile from the crimes against the native vegetation and planning the law enforcement activities.

Keywords: deforestation, stopped areas, Brazilian savanna, Amazonia

## 1. Introdução

A Lei 6.938/81 estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente. Representou uma mudança significativa para com as questões ambientais. Ela procurou integrar as ações governamentais dentro de uma abordagem sistêmica, considerando o meio ambiente um patrimônio público a ser protegido em vista do uso coletivo. Seu objetivo foi atentar para a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, conciliando a preservação ambiental com condições de desenvolvimento socioeconômico, interesses da segurança nacional e proteção da dignidade humana (BARBIERI, 2007).

A Lei dos Crimes Ambientais (Lei 9.605/98) estabeleceu as sanções derivadas de condutas e atividades que lesam o meio ambiente (GRANZIERA, 2009). O embargo é uma delas, e restringe o uso da área sobre a qual foi aplicado. Trata-se de uma sanção administrativa e/ou medida administrativa cautelar que tem por objetivo propiciar a regeneração do meio ambiente e viabilizar a recuperação da área degradada (ICMbio, 2013). O Decreto 6.514/08, sucessor do Decreto 3.179/99, veio disciplinar sua aplicação. Ilícitos contra a flora, dentre os quais estão o desmatamento, a destruição da vegetação e o impedimento da regeneração da vegetação nativa sem autorização do órgão competente sujeitam o infrator essa penalidade.

Amazônia e Cerrado, os dois maiores biomas brasileiros, têm sofrido pressão pela conversão da vegetação nativa para áreas de uso agropecuário (NEPSTAD et al., 1997; FEARNside, 2001).

O bioma Amazônia abriga uma rica biodiversidade ainda insuficientemente conhecida (KIER et al., 2005; PERES, 2005), uma produção hídrica de importância global (MULLER-KARGER et al., 1988) e exerce papel fundamental no equilíbrio do clima (SILVA et al., 2008; 2008). Também sofre com grandes dilemas quanto à sua conservação (FEARNside, 2003).

O Cerrado abrange cerca de 24% do território brasileiro (IBGE, 2012) e padece de uma elevada taxa de conversão para uso agrícola e um fraco sistema de proteção (SILVA et al., 2006). É considerado hotspot de conservação da biodiversidade, pela grande concentração de espécies endêmicas e pela forte pressão de perda da cobertura natural (MYERS et al., 2000). Estimava-se que no ano 2000, entre 41 e 44% de sua cobertura nativa estaria suprimida para uso antrópico, taxa esta mais elevada do que a do bioma Amazônia, estimada em 13% (RATTER et al., 1997).

O Tocantins tem seu território inserido na "Amazônia Legal", conforme Lei 5.173/66. Originalmente, 92% de sua área era coberta por Cerrado. Levantamento de 2002 mostrou que 79% dessa cobertura original ainda estava preservada (SANO et al., 2010), sendo um dos maiores remanescentes deste bioma. O restante de sua cobertura vegetal nativa pertence ao bioma Amazônia (IBGE, 2012). Trata-se de local que vem recebendo pressões sobre os recursos naturais (FINCO; DOPPLER, 2010), e que tem o avanço do desmatamento irregularmente distribuído (LAZZARINI et al., 2013).

O homem é o principal agente modificador da paisagem natural, ao alterar a cobertura nativa do solo para uso em benefício próprio. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto auxiliam na identificação e compreensão dessas modificações do ambiente. Estão cada vez mais frequentes nos estudos ambientais, com destaque para os temas desmatamentos e queimadas (BLASCHKE et al., 2005), inclusive para estudos da dinâmica espaço-temporal dos desmatamentos (MOREIRA et al., 2005). Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm capacidade de manipular informações espaciais de forma precisa, rápida e sofisticada (GOODCHILD, 1993). A partir da década de 80, seu uso tornou-se comum em empresas, universidades, agências governamentais, em diversas aplicações (HARA, 1998), que incluem agricultura, florestas, cartografia, geologia, cadastro urbano, redes de concessionárias (água, energia e telefonia), dentre outras (STAR; ESTES, 1990).

O presente trabalho analisou a localização e quantificação de áreas submetidas a alteração

ilegal da cobertura vegetal nativa e que sofreram penalidades administrativas aplicadas por um órgão ambiental no estado do Tocantins, entre 2004 a 2013.

## 2. Metodologia

### 2.1. Áreas embargadas

Os dados utilizados provêm de termos de embargos (TEI) lavrados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), entre 2004 e 2013, no estado do Tocantins. Esses TEI referem-se à realização de ações ilícitas sobre a cobertura vegetal nativa. Foram levantados todos os TEI cujas áreas embargadas estavam vetorizadas e disponíveis em formato shapefile no banco de dados espacial da instituição. Os polígonos referentes a eles constavam de uma “lista negra ambiental”, disponível para consulta pública em <http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/areasembargadas/ConsultaPublicaAreasEmbargadas.php> (IBAMA, 2013). Essas áreas ficam com qualquer tipo de uso proibido até seu desembargo, que ocorre apenas após a regularização ambiental do local. O enquadramento dos polígonos como embargados ou desembargados neste trabalho foi feito conforme seu status em 13 de agosto de 2013, data da consulta à “lista negra ambiental”.

Ressalta-se que os dados utilizados pelo IBAMA na plotagem das áreas objetos de embargos são levantados com aparelhos GPS de navegação de diversas marcas e modelos, o que não proporciona uma exatidão acurada. Em decorrência disso, detectaram-se casos de sobreposição de polígonos de TEI adjacentes, porém em uma margem de erro de menos de 1% da área total.

### 2.2. Classes de análise

Foram consideradas as seguintes classes de análise (Tabela 1 e Figura 1): divisão político-administrativa; biomas Amazônia e Cerrado; unidades de conservação, terras indígenas, assentamentos de reforma agrária e seus entornos; entorno de rodovias, de áreas urbanas e de localidades; cobertura do solo e vegetação em 1990.

Tabela 1 - Descrição das classes de análise

<b>Categorias de análise</b>	<b>Descrição</b>	<b>Fonte</b>
Municípios	limites municipais	IBGE
Biomass	área originalmente coberta pelo biomass Amazônia e Cerrado	IBGE
Áreas urbanas	todas as existentes no shapefile original	SEPLAN
Entorno de áreas urbanas	raio de 10 km no entorno das áreas urbanas	SEPLAN
Entorno de localidades	raio de 10 km no entorno de localidades não consideradas como áreas urbanas	IBGE
Entorno de rodovias	raio de 10 km da malha viária demarcada no shapefile original	SEPLAN
Assentamentos de reforma agrária	todos aqueles constantes do shapefile original	INCRA
Entorno de assentamentos de reforma agrária	raio de 10 km no entorno de assentamentos de reforma agrária	SEPLAN
Terras Indígenas (TI)	Guarani, Karajá, Apinayé, Krahô, Xerente, Krahô-Kanela, Avá	SEPLAN
Entorno de TI	raio de 3km no entorno de TI	SEPLAN
Unidades de conservação (UC)	APA Nascentes do Araguaína, APA Meandros do Rio Araguaia, APA Foz do Rio Santa Tereza, APA Jalapão, APA Lago de Palmas, APA Lago de Peixe-Angical, APA Lago de Santa Isabel, APA Lago de São Salvador, APA Serra da Tabatinga, APA Serra do Lajeado, Barra do Lajes e Corda, ESEC Serra Geral, Monumento Natural das Árvores Fossilizadas, PE Jalapão, PE Lajeado, PN Nascentes do Rio Parnaíba, APA Sapucaia, Corredor Ecológico Tocantins-Araguaia, PN Araguaia, PE Cantão, APA Ilha do Bananal/Cantão	SEPLAN
Entorno de UC	raio de 3km no entorno de UC	SEPLAN
Remanescentes	área remanescente dentro do estado em relação à cada uma das seguintes categorias: áreas urbanas e entorno; entorno de localidades; entorno de rodovias; assentamentos de reforma agrária e entorno; terras indígenas e entorno; unidades de conservação e entorno	SEPLAN
Vegetação	dados de uso e ocupação do solo no ano de 1990	SEPLAN

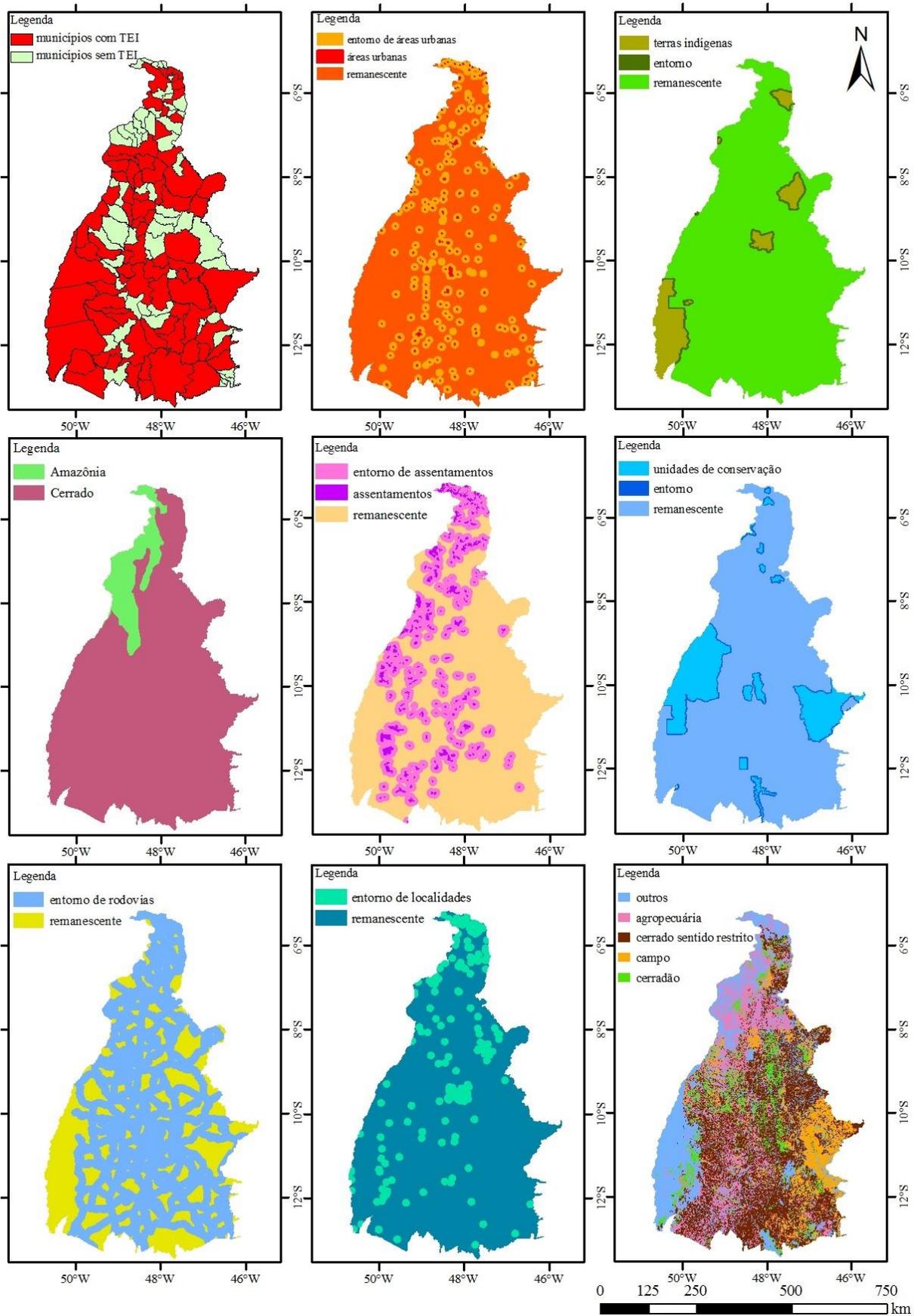


Figura 1 – Classes de cobertura, uso e ocupação do solo em que foram analisadas as ocorrências de TEI lavrados em decorrência de alteração ilegal da vegetação nativa (Fonte: conforme Tabela 1).

As faixas de entorno foram de 3 km para unidades de conservação, devido à restrição legal de uso dessa faixa. O mesmo valor foi utilizado nas terras indígenas, apesar de a legislação não prever zona de amortecimento. Considera-se, no entanto, que essas áreas têm características de proteção especial semelhantes às das unidades de conservação. O entorno de áreas urbanas e de localidades (aldeias indígenas, agrovilas de assentamentos, povoados, vilas, etc.) foi estabelecido em 10 km, valor utilizado na definição da área de influência de empreendimentos pontuais passíveis de licenciamento ambiental, conforme Portaria Nº 419. O mesmo valor foi utilizado para rodovias, apesar de a referida Portaria estabelecer que a área de influência de rodovias na Amazônia Legal deva ser 40 km. Como a malha rodoviária no Tocantins é relativamente bem distribuída, a utilização dos 40 km abrangeria área excessiva e inviabilizaria as análises. O valor 10 km é utilizado para rodovias fora da Amazônia Legal.

### 2.3. Análise dos dados

Os polígonos de áreas embargadas foram comparados espacialmente com as classes de uso, cobertura, ocupação e divisão do solo. Utilizou-se o software ArcGIS versão 9.1 licenciado para o IBAMA, e arquivos digitais em formato shapefile.

Os TEI foram estudados por quantidade e por extensão da área embargada. Para quantificação de TEI em cada classe foram computados aqueles que estivessem completa ou parcialmente inseridos. Assim, ocorreram casos de um mesmo TEI ser computados mais de uma vez, devido a abranger mais de uma classe. Contudo, para mensuração da área embargada, foi considerada a superfície embargada, e não a soma individual das áreas dos TEI, a fim de se eliminar os erros decorrentes da sobreposição.

Para comparação isonômica entre as diferentes classes, calculou-se a quantidade relativa de área embargada a cada 1.000 km<sup>2</sup>.

## 3. Resultados

### 3.1. Polígonos de áreas embargadas

Constavam do banco de dados espacial do IBAMA 238 TEI, totalizando 41.255,54 ha, cujas áreas embargadas estavam vetorizadas e disponíveis em formato shapefile (Tabela 2). Deles, 53 TEI figuravam como embargos vigentes em 13 de agosto de 2013, perfazendo 7.400,34 ha. Os 185 restantes não constavam mais dessa lista, estando com o status de desembargados na referida data (33.855,20 ha).

Tabela 2 – Características dos TEI no Tocantins

Status	quantidade	área total (ha)	área média (ha)
Vigentes	53	7.400,34	139,63
Desembargados	185	33.855,20	183,00
<b>TOTAL</b>	<b>238</b>	<b>41.255,54</b>	<b>173,34</b>

A distribuição geral de todos os TEI (Figura 2) na área de estudo foi apresentada conforme densidade de Kernel, calculada para o número de TEI e para a quantidade de área embargada. Observa-se que nem sempre a distribuição do maior número de TEI coincide com a maior quantidade de áreas embargadas.

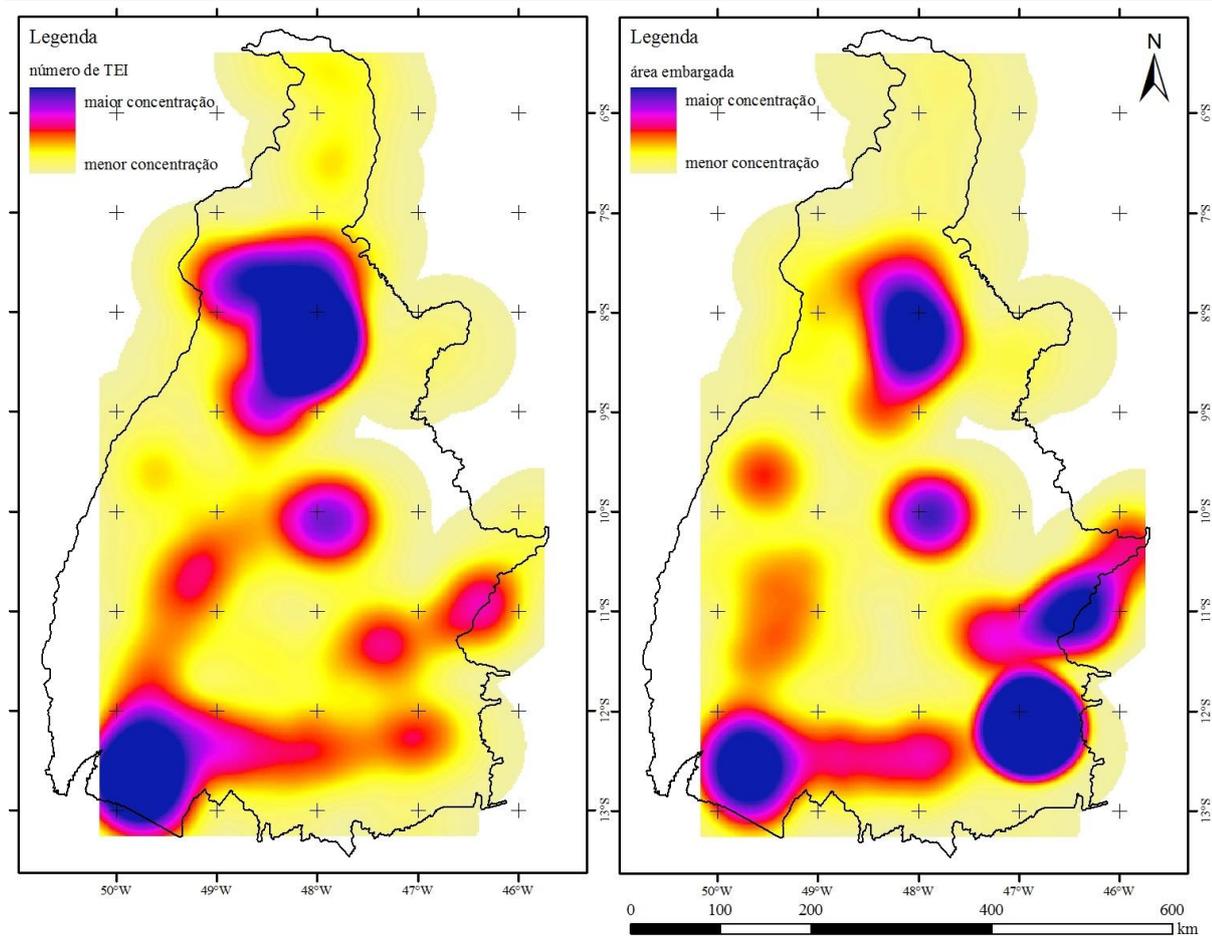


Figura 2 – Distribuição da quantidade de TEI e das áreas embargadas no Tocantins, conforme densidade de Kernel (Fonte: IBAMA, 2013).

### 3.2. Municípios

O Tocantins possui 139 municípios. Em 80 deles houve pelo menos 1 TEI. Dianópolis (6.031,06 ha), Mateiros (4.448,03 ha) e Araguaçu (2.779,52 ha) tiveram as maiores áreas embargadas (Figuras 3 e 4). Itapiratins teve o maior número de TEI (30 TEI), seguido por Araguaçu (22 TEI), Mateiros e Sandolândia (12 TEI cada). As maiores proporções de áreas embargadas (Tabela 1) ocorreram em Dianópolis (1.875,41 ha/1.000km<sup>2</sup>), Itapiratins (1.721,06 ha/1.000km<sup>2</sup>) e Aparecida do Rio Negro (1.611,93 ha/1.000km<sup>2</sup>).

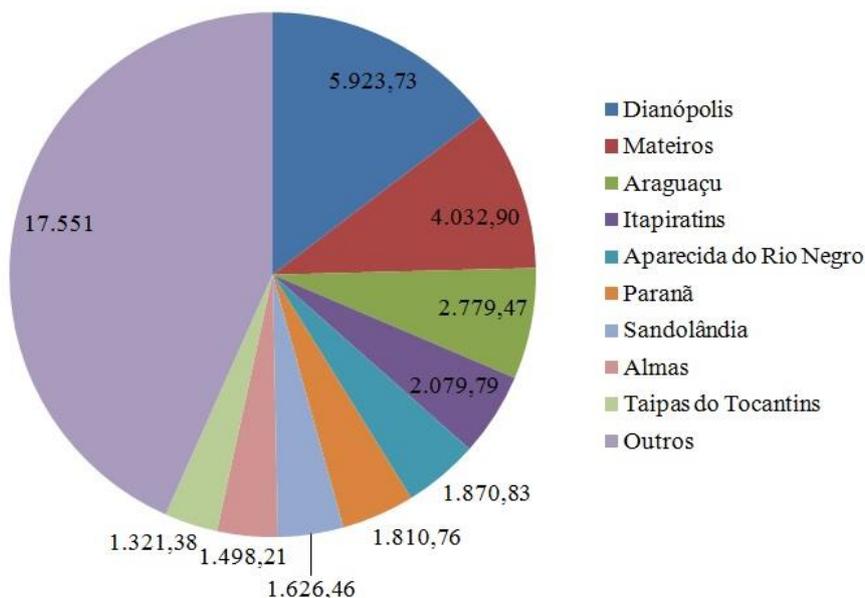


Figura 3 – Área embargada (ha) por município (Fonte: IBAMA, 2013).

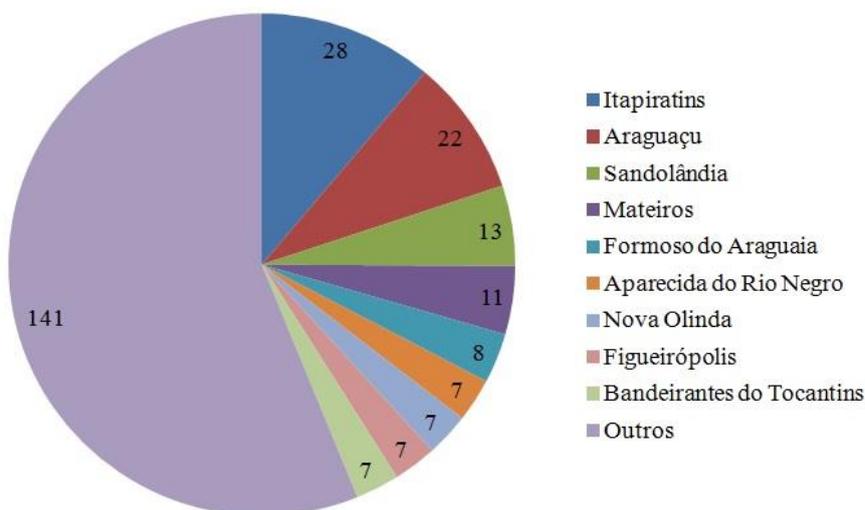


Figura 4 – Número de TEI por município (Fonte: IBAMA, 2013).

Tabela 3 – TEI nos municípios

Município nome	Município extensão (km <sup>2</sup> )	TEI		área relativa ha/1.000km <sup>2</sup>
		quantidade	área (ha)	
Dianópolis	3.216	1	5.923,73	1.842,03
Mateiros	9.585	11	4.032,90	420,74
Araguaçu	5.169	22	2.779,47	537,70
Itapiratins	1.243	28	2.079,79	1.672,55
Aparecida do Rio Negro	1.161	7	1.870,83	1.611,93
Paraná	11.259	7	1.810,76	160,83
Sandolândia	3.528	13	1.626,46	461,08
Almas	4.014	5	1.498,21	373,26
Taipas do Tocantins	1.115	1	1.321,38	1.184,79
Outros	171.282	156	17.551	102,47

## 3.3. Biomas

O Tocantins é abrangido por 24.827,24 km<sup>2</sup> do bioma Amazônia e 252.798,45 km<sup>2</sup> do bioma Cerrado. No primeiro, foram encontrados 24 TEI (1.340,42 ha), com uma média de 55,85 ha/TEI. No Cerrado, foram detectados 216 TEI (39.154,62 ha) com média de 181,27 ha/TEI (Tabela 4). Proporcionalmente foram penalizados mais desmatamentos irregulares no Cerrado (154,88 ha/1.000km<sup>2</sup>) do que no bioma Amazônia (53,99 ha/1.000km<sup>2</sup>).

Tabela 4 – TEI nos biomas

Bioma nome	extensão (km <sup>2</sup> )	TEI		área relativa ha/1.000km <sup>2</sup>
		quantidade	área total (ha)	
Amazônia	24.827	24	1340,42	55,85
Cerrado	252.798	216	39154,62	181,27

## 3.4. Classes de uso e ocupação do solo

As maiores áreas totais embargadas, à exceção do entorno das rodovias, esteve nas áreas remanescentes, ou seja, não estavam nem dentro nem no entorno das classes analisadas (Tabela 5). Os remanescentes mais afetados foram os de terras indígenas (40.882,22 ha), de localidades (38.502,19 ha), de unidades de conservação (35.199,04 ha), de assentamentos de reforma agrária (29.256,74 ha) e de áreas urbanas (27.171,71 ha). Dentro das classes analisadas ou seus entornos, as maiores áreas estiveram no entorno das rodovias (28.187,07 ha) e no entorno das áreas urbanas (13.715,77 ha).

Tabela 5 – Áreas embargadas em diferentes classes de uso e ocupação do solo no Tocantins (Fonte: IBAMA, 2013).

Classe nome	extensão (km <sup>2</sup> )	TEI		área relativa ha/1.000km <sup>2</sup>
		quantidade	área total (ha)	
entorno de rodovias	193.675	206	28.187,07	145,54
remanescente de rodovias	83.951	47	12.718,07	151,49
áreas urbanas	392	2	17,66	45,05
entorno de áreas urbanas	59.942	84	13.715,77	228,82
remanescente de áreas urbanas	217.292	172	27.171,71	125,05
assentamentos de reforma agrária	10.896	5	60,94	5,59
entorno de assentamentos de reforma agrária	80.107	100	11.587,46	144,65
remanescente de assentamento de reforma agrária	186.623	154	29.256,74	156,77
entorno de localidades	37.733	34	2.402,95	63,68
remanescente de localidades	239.893	216	38.502,19	160,50
terras indígenas	20.271	0	0,00	0,00
entorno de terra indígenas	3.528	1	22,92	6,50
remanescente de terras indígenas	253.827	237	40.882,22	161,06
unidades de conservação	39.195	11	2.169,25	55,35
entorno de unidades de conservação	8.141	17	3.536,85	434,45
remanescente de unidades de conservação	230.290	221	35.199,04	152,85

As classes com menores áreas embargadas foram o interior das terras indígenas, que não tiveram área embargada, interior das áreas urbanas (17,66 ha), entorno de terras indígenas (22,92 ha) e interior de assentamentos de reforma agrária (60,94 ha).

Quando se considera a extensão de cada uma dessas classes, de seus entornos e de seus remanescentes, observa-se um padrão diferente de distribuição das áreas que tiveram a vegetação nativa removida ilegalmente. O entorno das rodovias (145,54 ha/1.000 km<sup>2</sup>) e seu remanescente (151,49 ha/1.000 km<sup>2</sup>) tiveram valores próximos, indicando que a ocorrência dessas irregularidades ambientais praticamente não são afetadas pela proximidade de rodovias, o que também foi observado entre o entorno dos assentamentos de reforma agrária (144,65 ha/1.000 km<sup>2</sup>) e seu remanescente (156,77 ha/1.000 km<sup>2</sup>). Nas áreas urbanas o comportamento foi diferente. Os entornos (228,82 ha/1.000 km<sup>2</sup>) concentraram quase o dobro dos embargos da área remanescente (125,05 ha/1.000 km<sup>2</sup>), mesmo padrão do entorno de unidades de conservação (434,45 ha/1.000 km<sup>2</sup>), que tiveram quase o triplo de seu remanescente (152,85 ha/1.000 km<sup>2</sup>). A situação inversa, de a proximidade ou o interior da classe analisada ser fator de redução da ocorrência proporcional de áreas embargadas, ocorreu com o entorno das localidades (63,68 ha/1.000 km<sup>2</sup>), que teve área embargada cerca de 2,5 menor do que seu remanescente (160,50 ha/1.000 km<sup>2</sup>), e com o entorno das terras indígenas (6,50 ha/1.000 km<sup>2</sup>), que teve quase 25 vezes menos áreas embargadas do que seu remanescente (161,06 ha/1.000 km<sup>2</sup>).

O interior de assentamentos de reforma agrária, de áreas urbanas e de unidades de conservação foram as classes com menor proporção de áreas de vegetação nativa irregularmente alterada.

### 3.5. Classes de cobertura do solo e vegetação

O Cerrado Sentido Restrito foi a classe de vegetação nativa mais acometida pela alteração ilegal (Tabela 6), num total de 19.395,30 ha, (143 TEI). Em seguida, estão Campo, com 6.966,77 ha (37 TEI) e Cerradão, com 3.533,97 ha (61 TEI). Os ilícitos nessas 3 classes de vegetação representaram mais de 70% do total. Elas também foram as 3 proporcionalmente mais afetadas pelos ilícitos ambientais, porém não na mesma ordem: Campo esteve em primeira posição, com 226,76 ha/1.000 km<sup>2</sup>, seguido por Cerrado Sentido Restrito (191,00 ha/1.000 km<sup>2</sup>) e Cerradão (172,84 ha/1.000 km<sup>2</sup>).

Tabela 6 – Embargos em cada classe de cobertura do solo e vegetação

Cobertura vegetal classe	extensão (km <sup>2</sup> )	TEI		área relativa ha/1.000km <sup>2</sup>
		quantidade	área (ha)	
Agropecuária	51.594	136	6.751,63	130,86
Campo	30.724	37	6.966,77	226,76
Campo Rupestre	5.268	4	128,26	24,35
Capoeira	7.504	20	714,22	95,18
Cerradão	20.446	61	3.533,97	172,84
Cerrado Sentido Restrito	101.547	143	19.395,30	191,00
Corpos D'Água Continental	2.516	5	93,17	37,03
Cultura Temporária	950	1	52,14	54,90
Floresta Estacional Decidual Submontana	566	1	66,26	117,01
Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	9.689	13	528,22	54,52
Floresta Ombrófila Aberta Aluvial	705	3	11,06	15,69
Floresta Ombrófila Aberta Submontana	2.923	2	111,28	38,07
Floresta Ombrófila Densa Aluvial	661	3	30,95	46,85
Floresta Ombrófila Densa Submontana	2.279	2	1,47	0,64
Mata de Galeria/Mata Ciliar	20.091	109	1.593,59	79,32
Palmeiral	2.375	3	163,12	68,68
Parque de Cerrado	16.512	5	763,75	46,25
Vereda	1.377	0	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>277.729</b>		<b>40.905,17</b>	<b>147,28</b>

As classes de vegetação nativa menos atingidas foram: Vereda, que não teve nenhuma ocorrência; Floresta Ombrófila Densa Submontana, com 1,47 ha (representando 0,64 ha/1.000 km<sup>2</sup>), e; floresta ombrófila aberta aluvial, com 11,06 ha (15,69 ha/1.000 km<sup>2</sup>).

As áreas classificadas como Agropecuárias, apesar de não serem mais consideradas como vegetação nativa, foram embargadas em 6.751,63 ha (136 TEI). A existência de áreas sem vegetação nativa, como as de uso agropecuário, dentre as áreas que sofreram alteração ilegal na vegetação nativa pode ser devida aos seguintes fatores: erro na aquisição de dados decorrentes do uso de aparelhos GPS de navegação, que não têm exatidão suficiente para evitar deslocamento dos polígonos; diferença entre os referenciais utilizados para retificar os dados dos TEI e dos dados de vegetação; áreas que tiveram uso agropecuário em 1990, mas que foram abandonadas e estavam com a vegetação nativa regenerando quando da aplicação dos TEI, ou; áreas de proteção que vinham sendo utilizadas irregularmente para agropecuária, tais como áreas de preservação permanentes, reservas legais ou unidades de conservação.

#### 4. Discussão

As geotecnologias permitem aprofundar o conhecimento territorial e contribuir para o aprimoramento de seu monitoramento, planejamento e gestão (GOMES, 2006). Possibilitam a geração de análises e informações para a tomada de decisão na área ambiental (SILVA, 1999). Sua aplicação permitiu caracterizar espacialmente a ocorrência de delitos ambientais, através do cruzamento dos dados de TEI com dados de cobertura, uso, ocupação e divisão do solo.

A lavratura de TEI para áreas que tiveram a vegetação nativa alterada irregularmente faz parte do poder de polícia atribuído aos órgãos de meio ambiente, no intuito de conter abusos contrários, inconvenientes ou perigosos ao interesse da coletividade (MACHADO, 2010; MEIRELLES, 2006). Os locais embargados ficam sujeitos à reparação do dano ambiental, independentemente de outras sanções e penalidades (MACHADO, 2010). Observa-se que, após a aplicação dos embargos, 77,6% dos TEI não estavam mais vigentes, indicando que foi efetuada a regularização ambiental das áreas. Isso representa 82,9% da área que teve a vegetação nativa alterada irregularmente.

Tanto no Cerrado quanto na Amazônia, a remoção da vegetação nativa tem causado desequilíbrio climático (COSTA; PIRES, 2010). Locais como o estado do Tocantins são singulares, pois além dos biomas puros, possuem áreas de encontro dos mesmos. São ecossistemas de ecótonos, que possuem características diferentes daquelas existem nos biomas puros (HOFFMANN et al., 2009; SMITH et al., 1997; STERNBERG, 2001). O desmatamento tem ocultado as características dessas regiões de transição cerrado/floresta (MARIMON et al., 2006). Evidencia-se então um papel importante e merecedor de atenção quanto à conservação.

Detectou-se uma taxa de conversão da vegetação nativa cerca de 3 vezes maior no Cerrado em comparação à Amazônia. O Cerrado, segundo bioma brasileiro em extensão (SANO et al., 2010), além de ter importância para a biodiversidade, destaca-se por conter as nascentes de seis das oito maiores bacias hidrográficas brasileiras (LIMA, 2011; WATZEN, 2006). Apesar dessas peculiaridades, há previsões de que, no ritmo atual de devastação, de cerca de três milhões de hectares por ano, o Cerrado desapareça no ano de 2030 (MACHADO et al., 2004). Essa alta vulnerabilidade já foi apontada em outros trabalhos (LAZZARINI et al., 2013; RATTER et al., 1997).

A variabilidade nos padrões de alteração ilegal na vegetação nativa também já foi observada em outros locais (BRANNSTROM et al., 2008; ESPÍRITO SANTO et al., 2009). Essas diferenças podem ser atribuídas a fatores edáficos, topográficos, hídricos, econômicos, demográficos e de infra-estrutura, que correlacionam-se com padrões de desmatamento (BRANNSTROM et al., 2008; CARVALHO et al., 2009;

DINIZ-FILHO et al., 2009; FERREIRA et al., 2006; FERREIRA et al., 2007; MCCRACKEN et al., 1999), e variam de município para município e de região para região. Destacaram-se como fatores de pressão dos ilícitos, a proximidade de unidades de conservação e de áreas urbanas. Sendo o homem o principal elemento de modificação da cobertura do solo (SCHNEIDER; PONTIUS, 2001), seria realmente factível inferir-se a proximidade das áreas urbanas como um dos fatores preponderantes para um elevado índice de atividades ilícitas. Já o elevado grau de irregularidades nas proximidades das unidades de conservação mostra-se como ameaça para as próprias áreas protegidas. Por outro lado, essa maior incidência de ilícitos nas imediações dessas duas classes poderiam ser explicados não como uma maior incidência, mas como uma maior detecção dos ilícitos, proporcionada pela maior presença das atividades de fiscalização. Nas áreas urbanas, isso se justificaria pela facilidade de identificação dos ilícitos, e nas unidades de conservação, por um combate intensificado com vistas ao resguardo da própria área protegida.

As áreas de cerrado classificadas como campo e cerrado sentido restrito foram as mais afetadas pelo alteração ilegal na cobertura nativa. O cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença de árvores baixas, arbustos e subarbustos espalhados (ICMBIO, 2013). As áreas de campo têm uma vegetação ainda mais rala. Essas características propiciam a remoção a baixo custo, tornando a vulnerabilidade dessas áreas maior do que a de outras classes de Cerrado. Já as áreas de cerradão, costumam apresentar solos férteis e presença de madeira com aproveitamento comercial, podendo ser atribuído a essas características o alto índice de áreas embargadas.

## 5. Conclusão

O estado do Tocantins pode ser considerado como uma região de fronteira agrícola com característica singular para a conservação ambiental, por conter os biomas Amazônia e Cerrado e a interface entre eles. Os resultados deste trabalho confirmaram o que é comumente mostrado em outros trabalhos: a maior vulnerabilidade do bioma Cerrado em relação ao bioma Amazônia. Também mostraram peculiaridades, como a ameaça às unidades de conservação causada pela proximidade de grande quantidade de ilícitos ambientais, e o papel conservacionista das terras indígenas.

Por fim, o presente estudo pode contribuir para subsidiar futuros estudos sobre o monitoramento de desmatamentos, dos ilícitos ambientais e da pressão por conversão da vegetação nativa para uso antrópico. Também pode contribuir com o direcionamento de ações fiscalizatórias e o planejamento de políticas públicas para o meio ambiente, dentre outras aplicações.

**Agradecimentos** Os autores agradecem ao chefe da Divisão Técnica da Superintendência do IBAMA no Tocantins, Lenine Barros Cruz, pela disponibilização dos dados utilizados neste trabalho.

## Referências

- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2007.
- BLASCHKE, T.; GLASSER, C.; LANG, S. Processamento de Imagens num Ambiente Integrado SIG/Sensoriamento Remoto – Tendências e Consequências. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (org) **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: Novos Sistemas Sensores; Métodos Avançados**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- BRANNSTROM, C. et al. Land change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986-2002: comparative analysis and implications for lan-use policy. **Land Use Policy**, v 25, 579-595, 2008.
- BRASIL, **Decreto 6.514, de 22 de julho de 2008**. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L5173.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5173.htm)>. Acesso em: 13 agosto 2013.
- BRASIL, **Lei 5.173, de 27 de outubro de 1966**. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2008/decreto/D6514.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/decreto/D6514.htm)>. Acesso em: 13 agosto 2013.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 419, de 26 de out. 2011**. Diário Oficial da União. Brasília, 28 out. 2011. sec. 1. p.81-82.
- CARVALHO, F. M. V.; MARCO Jr, P.; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces: habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, v 142, 1392-1403, 2009.
- COSTA, M. H.; PIRES, G. F. Effects of Amazon and Central Brazil deforestation scenarios on the duration of the dry season in the arc of deforestation. **International Journal of Climatology**, v30, n 13, 1970-1979, 2010.
- DINIZ-FILHO, J. A. F. et al. Agriculture, habitat loss and spatial patterns of human occupation in a biodiversity hotspot. **Scientia Agricola**, v 66, n 6, 764-771, 2009.
- ESPÍRITO SANTO, M. M. et al. Sustainability of tropical dry forests: two case studies in southeastern and central Brazil. **Forest Ecology and Management**, n 258, 922-930, 2009.
- FEARNSIDE, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, v 28, 23-38, 2001.
- FEARNSIDE, P. M. Conservation policy in Brazilian Amazonia: understanding the dilemmas. **World Development**, v 31, n 5, 757-779, 2003.
- FERREIRA, M. E. et al. Spectral linear mixture modelling approaches for mapping the Brazilian Cerrado physiognomies. **International Journal of Remote Sensing**, n 28, 413-429, 2007.
- FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G.; MIZIARA, F. Deforestation hotspots in the Brazilian Amazon: Evidence and causes as assessed from remote sensing and census data. **Earth Interaction**, v 11, 1-16, 2006.
- FINCO, M. V. A.; DOPPLER, W. Bioenergy and sustainable development: the dilemma of food security and climate change in the Brazilian savannah. **Energy for Sustainable Development**, v 14, 194-199, 2010.
- GOMES, C. Geotecnologias da informação e remodelação do espaço urbano-regional: os sistemas de informação geográfica. **Interface**, v 3, n 3, 7-28, 2006.
- GOODCHILD, M. "Geographical data modeling". **Computers & Geosciences**, v 18, n 4, 401-408, 1993.
- GRANZIERA, M. L. M. **Direito Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2009.
- HARA, L.T. **Técnicas de apresentação de dados em geoprocessamento**. (Dissertação). (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1998. 110p.
- HOFFMANN, W. A. et al. Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna-forest boundaries under frequent fire in central Brazil. **Ecology**, v 90, 1326-1337, 2009.
- IBAMA. **Consulta Pública de Autuações Ambientais e Embargos**. Disponível em: <<http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/areasembargadas/ConsultaPublicaAreasEmbargadas.php>> Acesso em: 13 de agosto 2013
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil - Escala 1:5.000.000**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>> Acesso em: 6 agosto 2012.
- ICMBio - **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Cerrado Típico (Sentido Restrito)**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/biodiversidade-3/fitofisnomias.html?start=1>> Acesso em: 04 agosto 2013.
- KIER, G. et al. Global patterns of plant diversity and floristic knowledge. **Journal of Biogeography**, v 32, 1107-1116, 2005.
- LAZZARINI, G. M. J. et al. Detecção de áreas de desmatamento no Tocantins no período 2006/07 a 2010/11. **Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 7313-7320, 2013.
- LIMA, J. E. F. W. Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. **Ciência e Cultura**, n 63, v 3, 2011.
- MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 18ª ed. São Paulo: Malheiros, 2010.
- MACHADO, R. B. et al. **Estimativas de perda do cerrado brasileiro**. Brasília, Conservação Internacional, 2004, 23p.
- MARIMON, B. S. et al. Observations on the vegetation of Northeastern Mato Grosso, Brazil: an analysis of the Cerrado-Amazonian forest ecotone. **Edinburg Journal of Botany**, v 63, 323-341, 2006.
- MCCRACKEN, S. D. et al. Remote Sensing and GIS at farm property level: demography and deforestation in the Brazilian Amazon. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v 65, n 11, 1311-1320, 1999.
- MEIRELLES, H. L. **Direito administrativo brasileiro**. 32ª ed. SP: Malheiros, 2006.

- MOREIRA, R. A. et al. Análise temporal do uso do solo nos municípios do entorno do Parque Nacional das Emas com a utilização de imagens Landsat e CBERS-2. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005.
- MULLER-KARGER, F. E.; MCCLAIN, C. R.; RICHADSON, P. L. The dispersal of the Amazon's water. **Nature**, v 333, 56-59, 1988.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v 403, 853-858, 2000.
- NEPSTAD, D. C. et al. Land-use in Amazonia and the cerrado of Brazil. **Ciência e Cultura**, v 49, n 1-2,73-86, 1997.
- PERES, C. A. Why we need megareserves in Amazonia. **Conservation Biology**, v 19, n3, 728-733, 2005.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. **Annals of Botany**, v 80, 223-230, 1997.
- SANO, E. E. et al. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v 166, 113-114, 2010.
- SCHNEIDER, L. C.; PONTIUS, R. G. Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. **Agriculture Ecosystems & Environment** [S.I.], v 85, n 1-3, 83-94, 2001.
- SILVA, A.B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Unicamp, 1999.
- SILVA, J. F. et al. (Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v 33, n 3, 536-548, 2006.
- SILVA, R. R.; WERTH, D.; AVISSAR, R. Regional impacts of future land-covers changes on the Amazon Basin wet-season climate. **Journal of climate**, v 21, n 3, 1153-1170, 2008.
- SMITH, T. B. et al. A role for ecotones in generating rainforest biodiversity. **Science**, 276(5320), 1855-1857, 1997.
- STAR, J.; ESTES, J. **Geographic information systems: an introduction**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1990. 303p.
- STERNBERG, L. S. L. Savanna-forest hysteresis in the tropics. **Global Ecology and Biogeography**, v 10, n 4, 369-378, 2001.
- WANTZEN, K. M. et al. Stream-valley systems of the brasilian cerrado: impact assessment and conservation scheme. **Aquatic Conservation: Marine and Freswater Ecosystems**, v 16, n 7, 713-732, 2006.