



Análise multitemporal do uso e cobertura da terra em nove municípios do Sul do Tocantins, utilizando imagens Landsat¹

Multi-temporal analysis of land use and cover in nine municipalities in the south of Tocantins using Landsat images

Leovigildo Aparecido Costa Santos², Antonio Carlos Batista³, Cinthia Ohana Marques Neves², Edmar Vinicius de Carvalho^{2*}, Micael Moreira Santos², Marcos Giongo²

Resumo: Objetivou-se com o presente trabalho realizar a análise da dinâmica do uso e cobertura da terra referentes aos anos de 1990, 2000, 2007 e 2015 de nove municípios da região Sul do estado do Tocantins, utilizando as técnicas de sensoriamento remoto. Os dados de 1990, 2000 e 2007 foram provenientes da base de dados da Secretaria de Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins, e os dados de 2015 foram obtidos por meio do processamento digital das imagens do sensor OLI (Landsat-8). A classe de uso de solo agropecuária apresentou maior avanço de área, sendo o aumento de 1990 a 2015 mais expressivo nos municípios de Gurupi, Peixe e São Valério. As maiores conversões de áreas entre classes foram do agrupamento Formações Savânicas para o de Áreas Antrópicas Agrícolas (mais de 395 mil hectares entre 1990 e 2015). A classe Área Urbanizada teve maior crescimento de 1990 a 2015 no município de Gurupi. O somatório das áreas de vegetação natural, em 2015, foi maior que 50% nos municípios de Ipueiras do Tocantins, Silvanópolis, São Valério da Natividade e Santa Rosa do Tocantins. Já em Brejinho de Nazaré, Aliança do Tocantins, Peixe, Gurupi e Sucupira, as classes de vegetação natural somaram em 2015 menos de 50%. A classe Agropecuária apresentou maior expansão na área estudada, e a classe Cerrado sentido restrito foi a que mais sofreu redução, com a área de estudo apresentando nível elevado de antropização e conversão de Formações Savânicas, principalmente Cerrado, em Áreas Antrópicas (com destaque a classe Agropecuária).

Palavras-chave: Classificação supervisionada. Processamento digital. Sensoriamento remoto.

Abstract: The aim of this study was to analyse, using remote-sensing techniques, the dynamics of land use and land cover for the years 1990, 2000, 2007 and 2015, in nine municipalities in the south of the State of Tocantins. The data for 1990, 2000 and 2007 were obtained from the database of the Planning and Budget Secretariat of the State of Tocantins, and the data for 2015 were obtained by OLI sensor (Landsat-8) image processing. The land-use Farming class showed the greatest increase in area, with the increase from 1990 to 2015 more significant in the towns of Gurupi, Peixe and São Valério. The greatest conversion of areas between were from the Savannah Formations group to that of Anthropological Agricultural Areas (more than 395 thousand hectares between 1990 and 2015). The Urban Area class showed the greatest growth from 1990 to 2015 in the municipality of Gurupi. The sum of the areas of natural vegetation in 2015 was more than 50% in the towns of Ipueiras do Tocantins, Silvanópolis, São Valério da Natividade and Santa Rosa do Tocantins. Whereas, in Brejinho de Nazaré, Aliança do Tocantins, Peixe, Gurupi and Sucupira, the classes of natural vegetation amounted to less than 50% in 2015. The Farming class showed the greatest expansion for the area study and the Cerrado restricted sens had shown, underwent the greatest reduction, with the study area displaying a high level of anthropisation and conversion of Savannah Formations, mainly Cerrado, into Anthropical Areas (with the emphasis on Farming).

Key words: Supervised classification. Digital processing. Remote sensing.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 11/10/2016 e aprovado em 30/03/2017

¹Extraído do trabalho de conclusão de curso do primeiro autor;

²Universidade Federal do Tocantins (UFT), Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo (CeMAF), Gurupi, TO, Brasil. leovigildo@uft.edu.br; cinthiaohana@hotmail.com; carvalho.ev@uft.edu.br; moreirasmicael@gmail.com; giongo@uft.edu.br

³Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais, Curitiba, PR Brasil. batista@ufpr.edu.br

INTRODUÇÃO

A expansão das áreas produtivas, o aumento dos aglomerados urbanos, a exploração dos recursos naturais, as atividades de mineração e outras atividades que visam suprir as necessidades humanas provocam rápidas alterações nas paisagens que, aliadas ao desenvolvimento contínuo e mal planejado, geram diversos impactos ambientais e socioeconômicos. Visando identificar e classificar as alterações ocorridas nas paisagens, a obtenção de informações precisas sobre o espaço geográfico torna-se condição necessária para o planejamento regional e local (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2007; ROCHA; ROSA, 2008).

As paisagens podem ser entendidas como a interação entre os elementos naturais que as formam e suas permanentes modificações, com intervenção humana ou não, e através desse conceito, torna-se importante o conhecimento do histórico das ações humanas no espaço geográfico, visto que muitas mudanças ocorridas no passado condicionam processos que ocorrem no presente (SEABRA; CRUZ, 2013).

O uso do sensoriamento remoto de imagens orbitais associado a técnicas de geoprocessamento por meio dos Sistemas de Informações Geográficas mostram-se eficientes para detectar mudanças no uso e cobertura da terra, bem como as alterações provocadas nas paisagens em um determinado local e escala temporal, além do monitoramento orbital, possibilitando diagnosticar alterações antrópicas e naturais na paisagem (CUNHA *et al.*, 2012).

Na atualidade, o sensoriamento remoto vem sendo largamente aplicado para o monitoramento de coberturas vegetais, principalmente para seu comportamento espacial e/ou fisiológico. As distintas áreas do conhecimento, cujo foco ou objeto de estudo se pautam na observação e na análise da vegetação vêm cotidianamente utilizando e aprimorando as formas de utilização desses recursos (WENG, 2010).

A cobertura da terra se refere aos tipos de componentes que a cobrem, que podem ser relacionados ao meio-ambiente (vegetação, água, gelo, rocha nua, solo) ou às construções antrópicas, enquanto que o uso se relaciona com o tipo de atividade que existe em um determinado local de estudo (SHERBININ, 2002). Nos dias atuais, existe uma concordância de que as alterações temporais no uso e cobertura da terra são as maiores condutoras de mudanças ambientais locais, regionais e globais, pelo fato de sua intervenção agir diretamente nas condições climáticas – a partir da remoção da cobertura vegetal original – nos ciclos biogeoquímicos, na biodiversidade e, o mais importante, sobre as atividades humanas (SIMON *et al.*, 2010).

Por meio da fotointerpretação é possível identificar os tipos de cobertura, sendo natural ou artificial, presentes na imagem captada pelos sensores, e é feita por meio da

análise dos elementos associados aos alvos como a cor, tonalidade, tamanho, forma, textura, padrão, contexto e presença de sombras (SOUSA *et al.*, 2015). Silva e Bacani (2015) relatam a eficiência do uso de dados provenientes do sensor OLI (*Operational Land Imager*) a bordo do satélite Landsat-8 para o mapeamento e monitoramento do uso e cobertura da terra. Esse sensor possui nove bandas espectrais para coleta de dados na faixa do visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas, além de uma banda pancromática (USGS, 2016).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo utilizar técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para realizar a análise da dinâmica do uso e cobertura da terra de 1990 a 2015, em nove municípios da região Sul do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

A área estudada situa-se entre os paralelos 10°44' e 12°30' de latitude Sul e entre os meridianos de 47°40' a 49°20' de longitude Oeste, na região Sul do estado do Tocantins, que abrange nove municípios: Aliança do Tocantins, Brejinho de Nazaré, Gurupi, Ipueiras, Peixe, Santa Rosa do Tocantins, São Valério da Natividade, Silvanópolis e Sucupira, totalizando 1.797.698,3 ha. Essa região apresenta clima subúmido, segundo classificação de Thornthwaite, com moderada deficiência hídrica no inverno (SEPLAN, 2012; MARCUZZO *et al.*, 2013).

Para a elaboração dos mapas de 1990, 2000 e 2007, foram utilizados arquivos vetoriais baseados em imagens oriundas do satélite Landsat-5, referentes ao estudo da Dinâmica do Uso e cobertura da Terra do Estado do Tocantins e disponibilizados na página da web: <http://seplan.to.gov.br/zoneamento/bases-vetoriais>. Para o ano de 2015, foram utilizadas imagens multiespectrais do sensor OLI a bordo do satélite Landsat-8 e disponibilizadas na página da web da *United States Geological Survey (USGS)*: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Essas imagens possuem resolução espacial de 30 m e radiométrica de 16 bits.

As cenas utilizadas para a elaboração dos mosaicos foram dos pontos orbitais (com as datas de passagem entre parênteses): 221/68 e 221/69 (07/07/2015); 222/67, 222/68 e 222/69 (23/07/2015) e; 223/68 (08/08/2015). As datas de passagem foram escolhidas de acordo com o período de estiagem na região, com o objetivo de se trabalhar com cenas com menor quantidade de nuvens (5% de presença de nuvens).

O processamento digital das imagens do satélite Landsat-8 foi dividido em três fases: pré-processamento, processamento e classificação, utilizando os seguintes procedimentos: calibração das imagens, normalização radiométrica, correção atmosférica, composição da falsa cor da imagem (RGB); correção geométrica; criação do

mosaico, digitalização das cenas, classificação, segmentação e elaboração do mapeamento de uso e cobertura da terra.

Foi utilizada a metodologia aplicada por Xaud e Epiphanyo (2014), na calibração das imagens, pela correção radiométrica. Nessa operação, os valores dos pixels foram convertidos para refletância exoatmosférica, levando em consideração os parâmetros de calibração para a data de aquisição, como o ângulo zenital solar e a irradiância solar normalizada. Na correção atmosférica foi utilizado o método da transferência radiativa com uso do algoritmo *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercube* (FELDE *et al.*, 2003).

Após a calibração e correção, prosseguiu-se para a composição da falsa cor ou colorida, RGB, das bandas espectrais. Essa ação consiste no empilhamento de três bandas espectrais para a formação de uma composição colorida que facilite a percepção ao olho humano (RUDORFF *et al.*, 2007). As combinações de bandas, oriundas do Landsat-8, para a composição da falsa cor da imagem, foram as seguintes: R= B5; G= B4 e B= B3 (543), que define melhor os limites entre solo e água e mantém detalhe em águas profundas e mostra as diferenças na vegetação, que aparece em tonalidades de vermelho e; a composição R= B6; G= B5; e B= B4 (654), que mostra os limites entre solo e água, com vegetação mais discriminada, aparecendo em tonalidades verde-rosa (NUNES; CONCI, 2007; VAEZA *et al.*, 2010).

Foi adotado o método da classificação supervisionada por interpretação visual, que consiste na identificação das classes de informação (tipos de cobertura da terra) presentes na imagem e com posterior caracterização das refletâncias para cada classe de informação (FERREIRA *et al.*, 2008). As classes utilizadas para a interpretação (Tabela 1) foram extraídas do Atlas do estado do Tocantins e na Dinâmica do Uso e Cobertura da Terra do estado do Tocantins para os anos de 1990, 2000 e 2007, disponibilizados por Seplan (2012).

O mapeamento da área de estudo foi integrado aos arquivos vetoriais referentes aos municípios estudados e com isso pôde-se trabalhar de forma individual cada um, integrando os mapas de 1990, 2000, 2007 e 2015. Assim, foi possível obter para cada classe a área (ha) que ocupava em cada ano (1990, 2000, 2007 e 2015). Foi calculada ainda a variação da área (%) ocupada por cada classe entre os anos de 1990 e 2015 por meio da seguinte relação: $[(A_{2015} - A_{1990}) / A_{1990}] * 100$, em que A = área ocupada (ha), por determinada classe no ano indicado.

Para melhor compreensão da dinâmica de conversão de áreas, foram consideradas as seguintes classes: Áreas Antrópicas Agrícolas (AAA); Áreas Antrópicas não agrícolas (ANA); Floresta Estacional (FES); Formações florestais do Cerrado (FSC); Cerrado Sentido Restrito (CSR); Formações campestres do Cerrado (FCA); Corpos

Tabela 1 - Classes de uso e cobertura da terra utilizadas para a classificação supervisionada

Table 1 - Classes of land use and cover employed in the supervised classification

Áreas de Vegetação Natural
• Floresta Estacional (FES)
o Floresta Estacional semidecidual aluvial (Fa2)
o Floresta Estacional semidecidual submontana (Fs)
• Formações Savânicas
o Formações Florestais do Cerrado (FCC)
■ Mata de galeria/mata ciliar (Mg)
■ Cerradão (Ce)
o Cerrado sentido restrito (Csr)
o Vereda (Ve)
o Formações Campestres do Cerrado (FCA)
■ Campo rupestre (Cr)
■ Campo (Cam)
Áreas Antrópicas
• Áreas Antrópicas não agrícolas (ANA)
o Área urbanizada (Au)
o Área de mineração (Am)
o Capoeira (Ca)
• Áreas Antrópicas Agrícolas (AAA)
o Cultura temporária (Ct)
o Agropecuária (Ag)
Praia e Duna (Pr)
Corpos D'água Continental (CdC)

Fonte: Adaptado de Seplan (2012).

Source: Adapted from Seplan (2012).

D'água Continentais e Praia e Duna (CdCPr), para elaboração de matriz de conversão entre os anos de 1990 e 2015. Na matriz, os valores representam as áreas (ha) que foram convertidas em outras classes entre os anos 1990 e 2015, sendo que na linha estão representadas as perdas, enquanto na coluna, os ganhos de cada classe no mesmo período de tempo.

Para a classificação da imagem referente a 2015, foram coletados 79 pontos de controle, em toda a área de estudo, para a inferência da exatidão das classes. Cada ponto foi associado a classe presente no local e, posteriormente, essas informações foram cruzadas com mapeamento realizado para o ano de 2015, sendo gerada a matriz de confusão (Tabela 2) entre os pontos controle e a classificação realizada, que foi utilizada para a estimação do índice de Kappa (COHEN, 1960).

Tabela 2 – Matriz de confusão entre as classes de uso e cobertura da terra dos pontos controle e do mapeamento do ano de 2015 na área de estuado

Table 2 – Confusion matrix between the classes of land use and land cover at the control and mapping points for 2015 in the study area

Mapeamento 2015	Classes - Pontos Controle							Total
	Ag	Cam	Csr	Ce	CdC	Fa2	Mg	
Ag	31	9	1	-	-	-	-	41
Cam	-	1	1	-	-	-	-	2
Csr	1	-	18	6	-	-	-	25
Ce	-	-	-	1	-	-	-	1
CdC	-	-	-	-	2	-	-	2
Fa2	-	-	-	-	-	3	-	3
Mg	-	-	1	-	-	2	2	5
Total	32	10	21	7	2	5	2	79

Classes descritas na Tabela 1.

Classes described in Table 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à exatidão da classificação da imagem de 2015, maiores confusões foram observadas entre as classes: Floresta estacional semidecidual aluvial e Mata de galeria/Mata Ciliar; Agropecuária e Campo; Cerradão e Cerrado Sentido Restrito. (Tabela 2). No entanto, mesmo com essas confusões, o valor obtido do índice Kappa foi de 0,62, ou seja, de acordo com Fonseca (2000,) pode ser classificado como muito bom, indicando que o método de classificação adotado no presente trabalho resultou no mapeamento representativo das classes de uso e cobertura da terra na área de estudo, conforme relato de Nunes e Roig (2015).

Os mapas para os anos de 1990, 2000, 2007 e 2015, resultantes da classificação, mostram que dentre todas as classes a maior expansão foi da Agropecuária (Ag) (Figura 1), sendo observado aumento significativo na área ocupada por Agropecuária, atrelado à diminuição quase proporcional na classe Cerrado Sentido Restrito (Csr).

O aumento da ocupação da classe Agropecuária foi de 465.425,5 ha (78,76%), passando de 498.131,97 ha em 1990 para 889.119,08 ha em 2015 (Tabela 3). Na classe Corpos D'água Continentais ocorreu aumento de 1.252,36 ha, passando de 25.746,19 ha em 1990 para 26.998,55 ha em 2015, fato relacionado principalmente com a criação de represas de usinas hidrelétricas na região, que, também, pode ter relação com a redução (- 5,41%) da área de Mata de Galeria/Mata Ciliar no período analisado.

As classes de Campo (Cam), Campo rupestre (Cr), Capoeira (Ca), Cerradão (Ce), Cerrado sentido restrito (Csr), Mata ciliar/galeria (Mg), Vereda (Ve) e Praia e Duna (Pr) sofreram reduções em porcentagem de área ocupada durante o período de 1990 a 2015 (Tabela 3).

Os valores negativos mostram as classes que apresentaram diminuição em área e valor percentual de cobertura, em relação à área total do estudo e que demonstram claramente as mudanças na cobertura de Cerrado, havendo conversão de sua área para outras classes.

Foi observado que a classe Csr sofreu redução de 316.364,18 ha de 1990 para 2015, enquanto que Ag teve aumento de 390.795,32 ha no mesmo período. Segundo Arakaki *et al.* (2011), a transformação do Cerrado Sentido Restrito em Agropecuária pode ser explicada tendo em vista que essa classe de vegetação natural ocorre nas áreas de relevo plano a suave ondulado, associado a presença dos Latossolos e, portanto, representando as áreas com melhor aptidão para o desenvolvimento das atividades agrícolas e pecuárias. Ressalta-se, também que ao longo dos anos a substituição da vegetação nativa de Cerrado vem causando imenso desequilíbrio no bioma, restando apenas fragmentos de vegetação remanescentes no estado.

Outra explicação que se aplica a tal fato é a ocorrência de inúmeros incêndios florestais ao longo dos anos em todo o estado do Tocantins, cujo avanço vem sendo observado e monitorado por meio de técnicas de Sensoriamento Remoto pelo Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo (CeMAF). Realizar o manejo de uma determinada área com fogo é uma prática comum em atividades agrícolas e agropecuárias, principalmente durante a chamada “época seca” (julho a outubro) nas regiões Norte e Centro-Oeste do país.

Os municípios com maior avanço da classe Ag em relação à área municipal, período de 1990 a 2015, foram Gurupi, Peixe e São Valério, com aumento de 25.412,8 (13,4%), 151.136,942 (28,5%) e 71.803,86 ha (28,30%), respectivamente. Isso se explica pelo fato de que o Tocantins tem como atividade econômica expressiva a criação de gado bovino de corte, seguida da produção de soja e arroz.

A presença ou proximidade de rodovias federais e/ou estaduais nos municípios pode explicar o fato do maior avanço das Áreas Antropizadas. Aliança do Tocantins e Gurupi têm seus territórios cortados pela BR-153; Peixe pela BR-242; Brejinho de Nazaré e Sucupira estão na área de influência da BR-153 (VALENTIM; ANDRADE, 2009).

De acordo com Nascimento *et al.* (2011), a expansão de áreas com mudanças no uso da terra sofre influência direta da presença ou proximidade de rodovias, principalmente as pavimentadas (SILVA; MACHADO, 2014). Segundo a Seplan (2012), os municípios tocantinenses com alto índice de antropização estão localizados no entorno das rodovias federais ou são ligados a elas por rodovias estaduais.

As mudanças ocorridas de 1990 para 2015 estão representadas na matriz de conversões que apresenta os ganhos e as perdas de cada classe (Tabela 4). No presente estudo, as maiores perdas (expressas nas linhas da Tabela 4) das classes relacionadas às formações florestais e savânicas foram para áreas antrópicas agrícolas. Ainda com relação a essas formações, a conversão em áreas antrópicas não

agrícolas ou agrícolas indica desmatamento com posterior formação de capoeira nos anos anteriores a 2015.

Estudo realizado por Pimentel *et al.* (2011), para o município de Fátima - TO, evidencia as elevadas taxas de conversão de áreas de vegetação natural, principalmente de Formações Savânicas em Áreas Antrópicas Agrícolas, com conversão de 24,6% entre 1984 e 2009, dentre as quais a classe Cerrado sentido restrito apresentou a maior conversão para Agropecuária (conversão de 22, 24%).

De acordo com Dick *et al.* (2015), a conversão de formações florestais para áreas de capoeira ocorre pela

abertura de novas terras para uso agrícola ou para a exploração de madeira, com o subsequente abandono da área, ocorrendo o surgimento da capoeira no processo de regeneração natural inicial.

As pequenas conversões observadas entre as formações florestais e/ou savânicas podem estar relacionadas à incerteza quanto ao processo de classificação de imagens de satélite. No entanto, conforme ilustrado na matriz de confusão, os resultados da classificação podem ser considerados satisfatórios. Neste caso, segundo Nunes e Roig (2015), representam de forma significativa as classes consideradas na região de estudo.

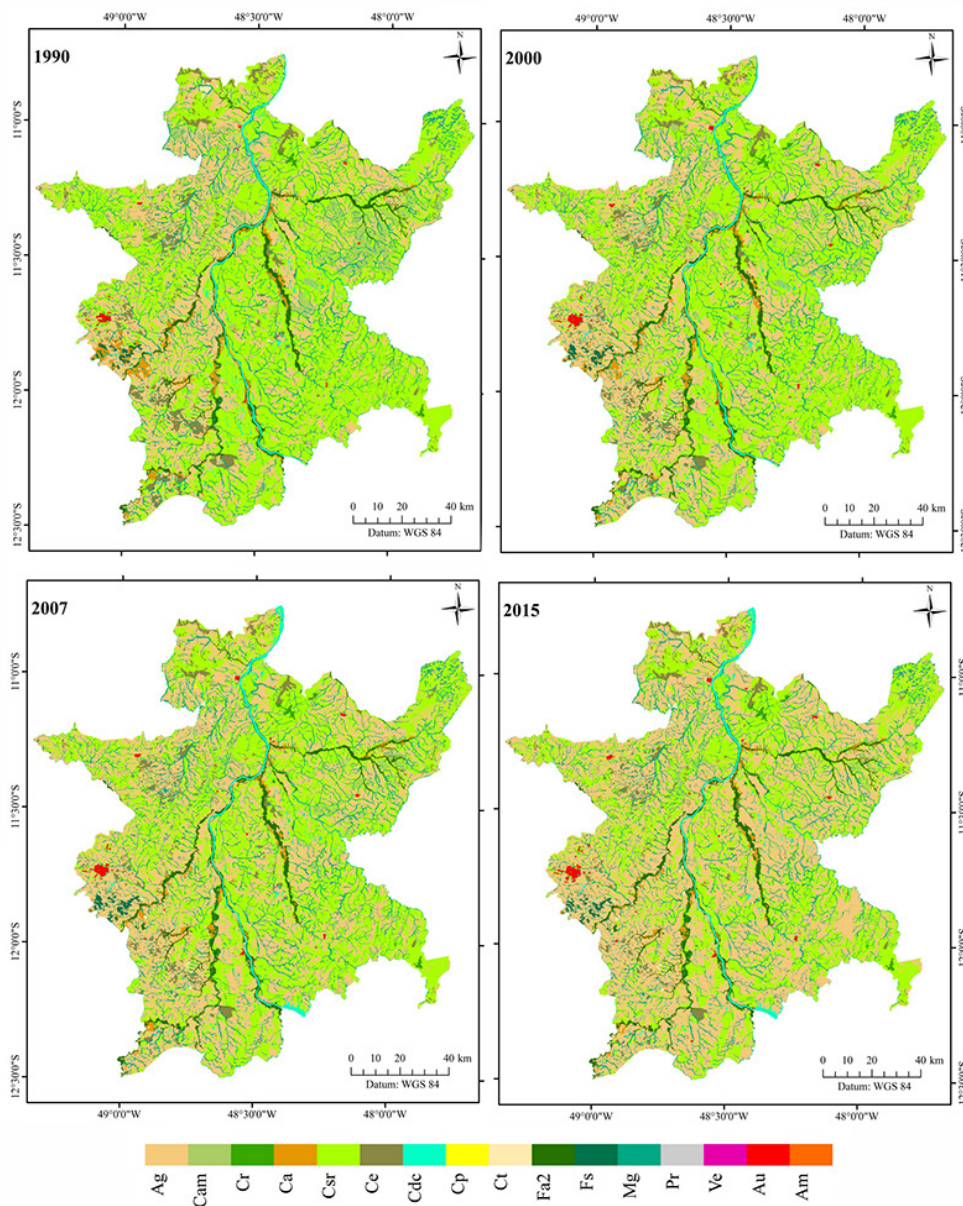


Figura 1 - Mapa de uso e cobertura da terra na área estudada para os anos de 1990, 2000, 2007 e 2015. Classes descritas na Tabela 1.

Figure 1 - Map of land use and cover in the study area for 1990, 2000, 2007 and 2015. Classes described in Table 1.

Tabela 3 - Área ocupada por cada classe nos anos de 1990, 2000, 2007 e 2015
Table 3 - Area occupied by each class in 1990, 2000, 2007 and 2015

Classes	Área (ha)				Variação 1990-2015 (%)
	1990	2000	2007	2015	
Ag	496.194,76	574.881,43	687.327,36	886.990,08	78,76%
Am	-	-	77,28	77,28	-
Au	2.656,27	4.053,61	4.465,04	5.809,09	118,69%
Cam	70.123,05	42.732,14	49.954,43	30.660,49	-56,28%
Cr	3.400,53	3.408,31	3.302,47	3.282,82	-3,46%
Ca	28.668,39	24.504,88	17.070,04	13.848,96	-51,69%
Ce	57.271,75	51.069,74	47.335,40	40.135,61	-29,92%
Csr	872.301,65	837.248,74	721.552,25	555.937,47	-36,27%
CdC	25.746,19	22.225,80	27.123,10	26.998,55	4,86%
Cp	-	35,06	160,63	160,46	100,00%
Ct	1.937,22	469,77	1.355,95	1.968,54	1,62%
Fa2	54.343,65	53.901,91	57.126,93	55.976,04	3,00%
Fs	4.231,41	4.725,50	5.608,36	4.968,95	17,43%
Mg	180.324,37	177.945,00	174.916,74	170.567,94	-5,41%
Ve	308,89	293,12	160,03	159,96	-48,21%
Pr	190,17	203,27	162,27	156,05	-17,94%

Classes descritas na Tabela 1.

Classes described in Table 1.

Tabela 4 - Matriz de conversão de áreas em hectares entre os agrupamentos de classes na área de estudo, entre os anos de 1990 e 2015

Table 4 - Area conversion matrix in hectares between groups of classes in the study area, from 1990 to 2015

Classes	AAA	ANA	FES	FFC	CSR	FCA	CdCPr	Total 1990
AAA	423.694	3.390	844	3.217	53.798	12.092	1.098	498.132
ANA	12.181	11.903	6.804	35	324	2	74	31.325
FES	3.742	2.265	52.260	69	161	6	72	58.575
FFC	27.355	181	267	203.510	3.074	244	2.965	237.596
CSR	367.778	1.654	366	3.321	486.264	10.199	3.028	872.611
FCA	51.405	138	5	102	10.852	10.998	24	73.524
CdCPr	2.964	203	399	450	1.624	403	19.893	25.936
Total 2015	889.119	19.735	60.945	210.704	556.097	33.943	27.155	1.797.698

Classes descritas na Tabela 1.

Classes described in Table 1.

CONCLUSÕES

A área de estudo apresenta nível elevado de antropização e conversão de Formações Savânicas, principalmente Cerrado, em Áreas Antrópicas;

A classe Agropecuária apresentou maior expansão enquanto a classe Cerrado sentido restrito foi a que mais sofreu redução, dentro dos limites desse estudo.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

- ARAKAKI, A. H.; SCHEIDT, G. N.; PORTELLA, A. C.; ARRUDA, E. J.; COSTA, R. B. O baru (*Dipteryx alata* Vog.) como alternativa de sustentabilidade em área de fragmento florestal do Cerrado, no Mato Grosso do Sul. **Interações**, v. 10, n. 1, p. 31-39, 2009.
- ARAÚJO FILHO, M. C. A.; MENESES, P. R.; SANO, E. E. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 2, n. 59, p. 171-179, 2007.
- COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.
- CUNHA, J.E. de B.L.; RUFINO, I.A.A.; SILVA, B.B.; CHAVES, I. de B. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 539-548, 2012.
- DICK, G.; SCHUMACHER, M. V. Relações entre solo e fitofisionomias em florestas naturais. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 3, n. 2, p. 31-39, 2015.
- FELDE, G. W.; ANDERSON, G. P.; COOLEY, T. W.; MATTHEW, M. W.; ADLER-GOLDEN, S. M.; BERK, A.; LEE, J. Analysis of Hyperion Data with the FLAASH Atmospheric Correction Algorithm. **Proceedings of the Geoscience and Remote Sensing Symposium**, v. 1, p. 90-92, 2003.
- FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte. **Acta Sicentiarum: Biological Sciences**, v. 30, n. 4, p. 379-390, 2008.
- FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.
- MARCUZZO, F. F. N.; GOULARTE, E. R. P. Caracterização do Ano Hidrológico e Mapeamento Espacial das Chuvas nos Períodos Úmido e Seco do Estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 1, p. 91-99, 2013.
- NASCIMENTO, E.; MATIAS, L. F. Expansão urbana e desigualdade socioespacial: uma análise da cidade de Ponta Grossa (PR). **Raega – O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, p. 65-97, 2011.
- NUNES, E. O.; CONCI, A. Segmentação por Textura e Localização do Contorno de Regiões em Imagens Multibandas. **IEEE Latin America Transactions**, v. 5, n. 3, p. 185-192, 2007.
- NUNES, J. F.; ROIG, H. L. Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da Bacia do Alto do Descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 25-36, 2016.
- PIMENTEL, M. T.; DIAS, R. R.; PEREIRA, E. Q. Mapeamento das mudanças da cobertura e uso da terra entre os anos de 1984 e 2009 utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento: estudo de caso do Município de Fátima – Estado do Tocantins. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 6810-6817.
- ROCHA, M.B.B.; ROSA, R. Caracterização do meio físico e monitoramento do uso da terra em 1985 e 2005 do município de Araxá – MG. **Caminhos da Geografia**, v. 9, n. 25, p. 95-107, 2008.
- RUDORFF, B. F. T.; SUGAWARA, L. M. Mapeamento da cana-de-açúcar na Região Centro-Sul via imagens de satélites. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 241, p. 79-86, 2007.
- SEABRA, V. S.; CRUZ, C. M. Mapping the Dynamics of Land cover and Land Use in the watershed of São João River, RJ. **Sociedade e Natureza**, v. 25, n. 2, p. 411-426, 2013.
- SHERBININ, A. de. **A CIESIN Thematic Guide to Land-Use and Land-Cover Change (LUCC)**. Palisades: CIESIN, 2002. Disponível em: <<http://sedac.ciesin.columbia.edu/guides>>. Acesso em: 02 mar. 2017.
- SEPLAN – Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 6 ed. Palmas: SEPLAN, 2012. 80p.
- SILVA, V. C. B.; MACHADO, P. de S. SIG na análise ambiental: susceptibilidade erosiva da bacia hidrográfica do Córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais. **Revista de Geografia**, v. 31, n. 2, p. 66-87, 2014.
- SILVA, L. F.; BACANI, V. M. Análise multitemporal do uso da terra e cobertura vegetal no pantanal de Aquidauana com o uso de geotecnologias. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 9, n. 2, p. 27-40, 2015.

SIMON, A.L.H.; TRENTIN, G.; CUNHA, C.M.L. Avaliação da dinâmica do uso da terra na bacia do arroio santa bárbara – Pelotas (Brasil), no período de 1953 a 2006. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, v. 14, p. 327, 2010.

SOUSA, D. G.; MINCATO, R. L.; KAWAKUBO, F. S. Análise multitemporal do uso da terra utilizando imagens Landsat-5 TM da região de Alfenas, Sul de Minas Gerais, visando a conservação de fragmentos florestais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 5, p. 1482-1492, 2015.

USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat 8 (L8) Data Users Handbook**. Sioux Falls: EROS, 2016, 106p. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/landsat-8-l8-data-users-handbook>>. Acesso em: 02 mar. 2017.

VAEZA, R. F.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; MAIA, A.G.; DISPERATI, A. A. Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução. **Floresta e Ambiente**, v. 1, n. 17, p. 23-29, 2010.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia brasileira. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v.4, n.8, p.9-32, 2009.

WENG, Q. **Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications**. New York: McGraw-Hill, 2010. 397p.

XAUD, M. R.; EPIPHANIO, J. C. N. Dinâmica do uso e cobertura da terra no sudeste de Roraima utilizando técnicas de detecção de mudanças. **Acta amazônica**, v. 44, n. 1, p. 107-120, 2014.