
NOTA TÉCNICA:

EVOLUÇÃO TEMPORAL DO DESMATAMENTO NA BACIA DO RIACHO DA ESTIVA, PIAUÍ

João Batista Lopes da Silva¹, Pedro Armando de Sousa², Kaíse Barbosa de Souza³, Karla Nayara Santos de Almeida⁴, Luanna Chácara Pires⁵

RESUMO

A bacia do riacho da Estiva (3.009,00 km²), afluyente do rio Uruçuí-Preto, localizada no sul Estado do Piauí, sofre um processo de abertura de novas áreas e, conseqüentemente, supressão da vegetação nativa, devido á incorporação de novas áreas para o cultivo da soja, a qual pode ser potencialmente e efetivamente uma das práticas que mais provoca impactos ambientais na região. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho analisar a evolução temporal do uso e ocupação do solo na bacia do riacho da Estiva entre os anos de 1984 a 2010. Foram utilizadas seis cenas do sensor TM do satélite Landsat 5 referentes aos anos 1984, 1990, 1996, 2003, 2006 e 2010. Inicialmente fez-se o pré-processamento das imagens, contraste e correções geométricas. Após as correções iniciais as imagens foram classificadas de forma automática supervisionada utilizando o algoritmo da Máxima Verossimilhança. Os resultados mostraram que houve um aumento de 272,41% (658,26 km²) do uso e ocupação do solo por culturas agrícolas e conseqüente avanço do desmatamento de 30,01% (686,50 km²) nas áreas de Cerrado e 24,60% de todas as áreas de mata nativa na bacia do riacho da Estiva entre os anos de 1984 a 2010. Tem-se assim que, aproximadamente, 680 km² de Cerrado foram desmatados entre 1984 a 2010 para implantação de áreas agrícolas na bacia do riacho da Estiva.

Palavras-chaves: agricultura, cerrado, sensoriamento remoto

ABSTRACT

TEMPORAL EVOLUTION OF DEFORESTATION IN THE WATERSHED OF THE ESTIVA RIVER, BRAZIL

The watershed of the Estiva river (3,009.00 km²), a tributary of Uruçuí-Preto river located in the state of Piauí, Brazil, is undergoing a process of deforestation to opening new areas for soybean cultivation, which may be one of the practices that most causes environmental impacts in the region. Thus, the present work sought to analyze the temporal evolution of land use in the watershed of the Estiva river between the years of 1984 to 2010. Six satellite images of the TM sensor on the Landsat 5 satellite were used from years 1984, 1990 1996, 2003, 2006 and 2010. First the images were pre-processed for contrast and geometric corrections. After the initial corrections the images were classified according to an automatic supervised method using the Maximum Likelihood algorithm. The results showed there was an increase of 272.41% (658.26 km²) in land use and occupancy of soil by crops and a consequent advance in deforestation of 30.01% (686.50 km²) in the Cerrado areas and 24.60% of all native forest areas in the Estiva river watershed between the years 1984 to 2010. A total of approximately 680 km² of the Cerrado area was deforested between 1984 to 2010 for the implementation of crops in the Estiva river watershed.

Keywords: agriculture, savannah, remote sensing.

Recebido para publicação em 04/05/2015. Aprovado em 29/07/2015.

1 - Eng. Agrícola, Doutor em Engenharia Agrícola, UFSB, Professor, Campus Paulo Freire - Email: silvajbl@yahoo.com.br

2 - Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Piauí - E-mail: pedroarmando2012@oi.com.br

3 - Eng. Florestal, Univ. Fed. do Piauí, Mestranda em Solos e Nutrição de Plantas, Campus Bom Jesus-PI - Email: kaisesouza172@yahoo.com.br

4 - Eng. Florestal, Univ. Fed. do Piauí, Mestranda em Solos e Nutrição de Plantas, Campus Bom Jesus-PI - Email: karlanayara02@yahoo.com.br

5 - Zootecnista, Doutora em Zootecnia, UFSB, Professor, Campus Paulo Freire - Email: luanna.ufsb@gmail.com

INTRODUÇÃO

A ocupação dos ecossistemas utilizando a supressão vegetal para o desenvolvimento do agronegócio é motivo de grande preocupação no que se refere à ocupação e desmatamento do Cerrado brasileiro, que vem ocorrendo em diferentes épocas e velocidades. No Brasil, a estimativa é que a taxa média de crescimento da área agrícola seja de 4,7% ao ano na próxima década, uma das maiores do mundo (IICA, 2007).

Esta degradação ambiental no Brasil, em especial no Cerrado, decorrente da exploração da agropecuária, tem transformado consideravelmente este bioma, resultando em excesso de desmatamento, compactação do solo, erosão, assoreamento de rios, contaminação da água subterrânea, e perda de biodiversidade, com reflexos sobre todo o ecossistema (CUNHA *et al.*, 2008). Aproximadamente, 40% dos 204 milhões de hectares do Cerrado já foram convertidos em pastagens cultivadas, áreas agrícolas e outros tipos de uso (SANO *et al.*, 2008; SANO *et al.*, 2009).

Esta incorporação de novas áreas para a agricultura e pecuária no Cerrado, principalmente para o cultivo da soja, além de ser uma atividade que tem como finalidade garantir a produção de alimentos, pode ser potencialmente e efetivamente uma das práticas que mais provoca impactos ambientais, devido à supressão da vegetação natural, perda da biodiversidade de fauna e flora (GONÇALVES, 2008).

O Piauí possui uma área territorial de 250.934 km², cerca de 11,50 milhões de hectares são Cerrados, com uma área de transição de 3,45 milhões de hectares e uma área apta para cultivo em torno de 3 milhões de hectares. Estas áreas de Cerrado localizam-se, geograficamente, em distintos pontos do Estado, mas preponderam na região sudoeste e parte do extremo sul piauiense (REYDON; MONTEIRO, 2004). Impulsionada pelo cultivo da soja no Cerrado, a região sul do Estado do Piauí é a fronteira agrícola de maior crescimento no Brasil, consequentemente, é notável o desmatamento da vegetação natural para incorporação de novas áreas com cultivo de soja. Essa realidade aponta a necessidade de conhecer esta área de Cerrado já explorada pela agricultura intensiva, a fim de que possa direcionar políticas de sustentabilidade, prevenção e conservação do

bioma, que tenham como meta o uso racional do solo e dos recursos naturais.

Entre as áreas mais desmatadas para aberturas de novas áreas está a da bacia do riacho da Estiva, afluente do rio Uruçuí-Preto, localizada na região sudoeste do Estado do Piauí, que sofre este processo de abertura de novas áreas para a produção de grãos desde os anos da década de 1980, causando, consequentemente, supressão da vegetação nativa. Diante dessa realidade, objetivou-se com este trabalho realizar um estudo da evolução do uso e ocupação do solo na bacia do riacho da Estiva entre os anos de 1984 a 2010.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do riacho da Estiva está localizada nos municípios de Uruçuí, Sebastião Leal, Manoel Emídio, Palmeira do Piauí e Alvorada do Gurguéia, no sul Estado do Piauí, entre os meridianos de 44°17' e 44°41' de longitude oeste e entre os paralelos 07°28' e 08°27' de latitude sul, possuindo área média de 3.099,00 km², com predominância do bioma Cerrado (Figura 1).

Para realização deste trabalho foram utilizadas imagens do sensor TM do satélite Landsat 5, com resolução espacial de 30 m e temporal de 16 dias, da órbita 220 e pontos 065 e 066 que apresentaram menor quantidade de nuvens nos anos de 1984, 1990, 1996, 2003, 2006 e 2010. As cenas foram adquiridas entre os meses de junho, julho e agosto dos referidos anos (Quadro 1).

As imagens utilizadas (Quadro 1) foram adquiridas gratuitamente no sítio eletrônico do INPE e processadas com o auxílio do software ArcGIS 10. As bandas utilizadas foram referentes ao comprimento de ondas do verde (banda 2: 0,53-0,61 μm), do vermelho (banda 3: 0,62-0,69 μm) e do infravermelho próximo (banda 4: 0,78-0,90 μm), para assim gerar uma composição colorida com a configuração RGB432.

Devido à bacia hidrográfica do riacho da Estiva estar na mesma órbita 220, mas com a extensão em pontos diferentes 065 e 066, foi realizado o procedimento de mosaico das imagens.

As imagens disponibilizadas pelo INPE já vieram georreferenciadas, contudo, foram constatados pequenos deslocamentos entre as cenas em diferentes anos, os quais foram aplicados a correção geométrica das imagens.

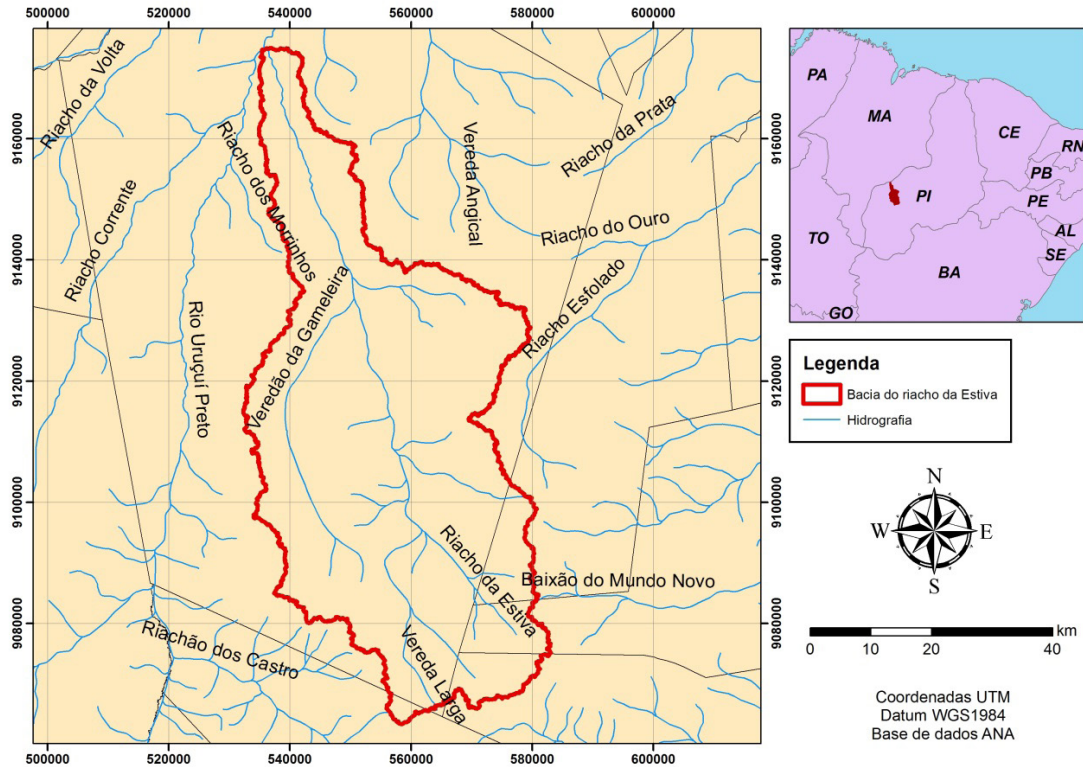


Figura 1. Localização da bacia do riacho da Estiva, afluente do rio Urucuí-Preto, Sul do Estado do Piauí.

Quadro 1. Data das imagens utilizadas do satélite Landsat 5 Sensor TM, órbita 220 pontos 065 e 066 utilizadas na análise temporal do desmatamento da bacia do riacho da Estiva – PI.

Satélite	Sensor	Bandas	Data Imagem 220/065	Data Imagem 220/066
Landsat 5	TM	2,3 e 4	20/06/1984	20/06/1984
Landsat 5	TM	2,3 e 4	24/08/1990	24/08/1990
Landsat 5	TM	2,3 e 4	21/06/1996	21/06/1996
Landsat 5	TM	2,3 e 4	11/07/2003	11/07/2003
Landsat 5	TM	2,3 e 4	19/07/2006	19/07/2006
Landsat 5	TM	2,3 e 4	12/06/2010	12/06/2010

O georreferenciamento da área de estudo foi realizado primeiramente na imagem do ano de 1984, utilizando-se como referência dados da hidrografia da bacia do rio Urucuí-Preto a partir do SRTM (USGS, 2005). Após o georreferenciamento da imagem do ano de 1984, esta foi utilizada como base para o georreferenciamento das demais imagens dos anos posteriores.

As imagens foram classificadas por classificação automática supervisionada utilizando o algoritmo

da Máxima Verossimilhança. As classes utilizadas foram selecionadas levando em consideração o avanço da agricultura, impacto ambiental e a semelhança de resposta espectral entre as diferentes superfícies. As classes foram divididas em: Cerrado, Caatinga, Mata Ciliar, Queimada e Talhão Agrícola e Solo Exposto (Quadro 2). Após a classificação fez-se o computo da área de cada classe para cada ano estudado.

Quadro 2. Classes temáticas utilizadas na classificação das imagens.

Classes	Descrição
Cerrado	Apresenta vegetação com grande número de árvores e arbustos
Caatinga	Árvores baixas e arbustos que, em geral, perdem as folhas na estação das secas, além de muitas cactáceas
Mata Ciliar	Apresenta vegetação com alta densidade arbórea
Solo Exposto/Talhão Agrícola	Áreas cultiváveis e sem vegetação
Queimada	Áreas com predominância e característica de queimada

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da classificação das imagens foram gerados os mapas de cobertura do solo na bacia do riacho da Estiva no intervalo entre os anos de 1984 a 2010 (Figura 2).

Entre os anos de 1984 e 1990, nota-se o decaimento da área de Cerrado de 2.287,00 para 1.489,25 km² (34,88%). Simultaneamente, ocorreram grandes queimadas na área, com a classe “Queimada” apresentando 424,62 km² (Figura 2). O que corrobora com França e Setzer (2001), que afirmam que as queimadas de origem antrópica têm sido detectadas todo ano e a frequência deste ato em áreas, protegidas ou não, é muito maior do que queimadas por causas naturais, transformando rapidamente o ambiente original.

De acordo com análise das imagens fica evidente que a área pertencente à classe Cerrado foi atingida com grandes atividades de queimada, associada neste caso, à baixa densidade demográfica e a pouca ocorrência de atividades de cultivos agrícolas, principalmente no ano de 1990, o que explica a redução em 34,88% da área de Cerrado (Quadro 3 e Figura 2). Ainda nesse intervalo, 1984 a 2010, observa-se o aumento da área de caatinga de 216,87 para 774,59 km², devido às áreas queimadas que possivelmente reduziram a vegetação da área, ocasionando uma sucessão vegetal. Assim, o algoritmo classificador não classificou determinadas áreas de Cerrado em virtude da vegetação estar diferenciada.

Nos anos de 1990 a 1996, nota-se o aumento da área da classe Cerrado de 1.489,25 para 2.039,54 km², enquanto, neste mesmo período, há uma grande redução na área de queimada de 424,62

para 2,40 km² (Quadro 3 e Figura 2). Também nota-se neste intervalo um aumento das áreas de Solo Exposto/Talhão Agrícola de 145,45 para 332,84 km², o que corresponde a 228% de aumento. De acordo com Reis *et al.* (2009), na década de 1990, produtores de soja do Sul do País (em maior quantidade do Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso) começaram a chegar e a cultivar soja no Cerrado do Piauí, principalmente em Bom Jesus, Gilbués e Uruçuí, portanto esse aumento corrobora com Reis (2010), que observa que somente a partir da segunda metade da década de 80 tem-se início da ocupação do Cerrado piauiense, que gradativamente acelera e intensifica-se nos anos 90, com a instalação de grandes projetos agropecuários voltados para a produção de grãos, em especial da soja para exportação.

No período de 1996 a 2003 foram registrados os maiores avanços das áreas de Solo Exposto/Talhão agrícola, de 332,84 para 975,79 km², correspondendo a um aumento de 293% (Quadro 3 e Figura 2). Isso aconteceu devido ao grande avanço da fronteira agrícola, motivado por políticas públicas e incentivos fiscais do Governo Federal e pelo progresso das pesquisas da Embrapa no Cerrado. Este aumento da área cultivada e também da produtividade acarretam alguns problemas ambientais, entre eles, o maior uso de agroquímicos que, segundo Gunningham e Sinclair (2005), fazem-se necessários à produção das plantas cultivadas, para que estas expressem seu potencial produtivo, entretanto, o manejo inadequado nas culturas pode ter como consequência a contaminação dos mananciais hídricos.

Devido a esse avanço neste mesmo período ocorreu simultaneamente uma redução da área de Cerrado de 2.039,54 para 1.465,70 km²,

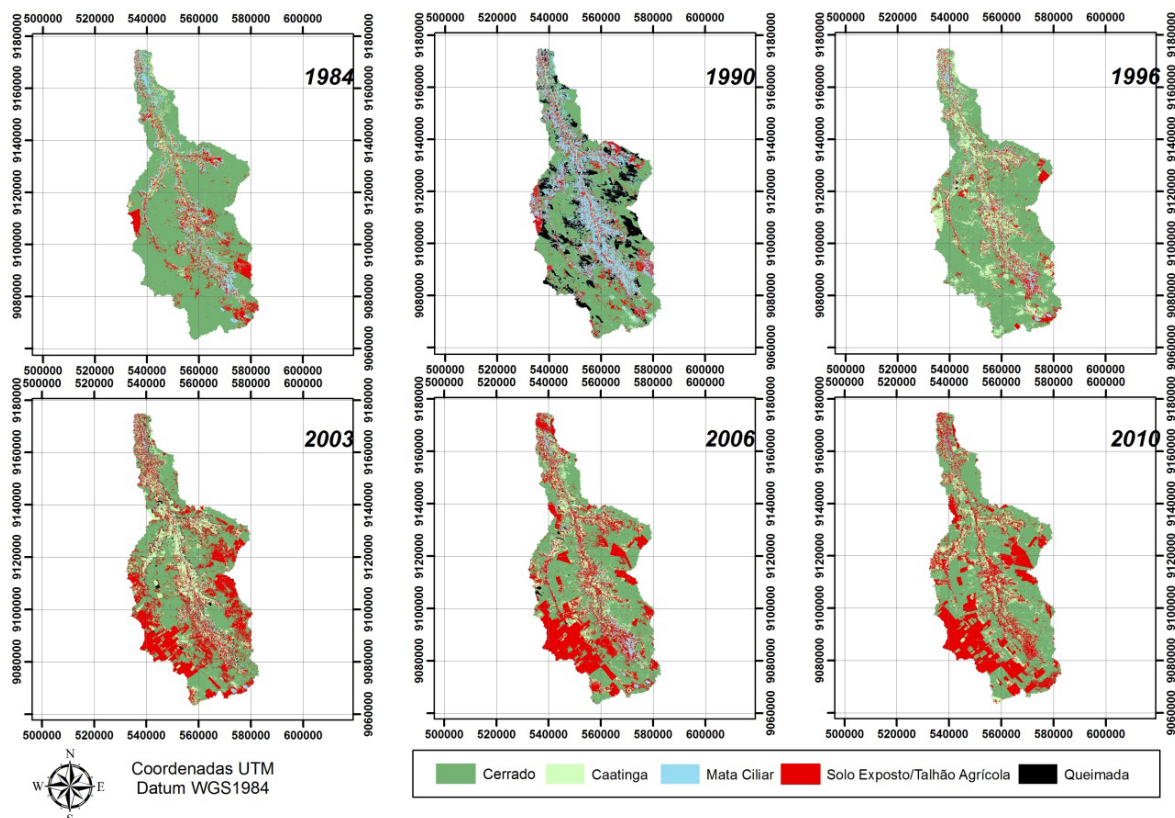


Figura 2. Evolução do uso e ocupação do solo na bacia do riacho da Estiva-PI entre os anos de 1984 a 2010.

Quadro 3. Evolução da área (km²) de uso e ocupação do solo na bacia do riacho da Estiva-PI entre os anos de 1984 e 2010.

CLASSES	1984	1990	1996	2003	2006	2010
Cerrado	2.287,00	1.489,25	2.039,54	1.465,70	1.485,45	1.600,50
Caatinga	216,87	774,59	586,57	526,00	441,61	403,36
Mata Ciliar	213,70	265,37	138,02	71,27	123,10	45,20
Queimada	0,00	424,62	2,40	60,61	26,98	0,00
Solo Exposto/Talhão Agrícola	381,80	145,54	332,84	975,79	1.021,15	1.040,06

corroborando com Aguiar (2005). Barros *et al.* (2013), em seu estudo, afirmam uma constante tendência de aumento da classe de solo exposto com o decorrer dos anos, considerando que esse aumento está associado ao aparecimento de novas áreas na bacia em estudo e também ao uso inadequado do solo, levando à degradação da bacia hidrográfica estudada. Em período semelhante a este estudo, 1985 a 2009, porém, no Estado de Ceará, Gomes *et al.* (2011), ao identificar e

quantificar os níveis de degradação da cobertura vegetal na área da bacia hidrográfica do rio Jaibas, verificaram uma tendência de crescimento nas áreas de solos expostos, havendo, conseqüentemente, uma redução das demais classes de vegetação encontradas na bacia hidrográfica, principalmente de vegetação conservada. Resultados semelhantes também foram encontrados por Leite *et al.* (2013), na bacia hidrográfica do rio Tabuas, Norte de Minas Gerais, que constataram a supressão da vegetação

natural para dar lugar às atividades antrópicas, principalmente à pecuária, demonstrando que as consequências ambientais, como processos erosivos, em diversos estágios, são visíveis ao longo da bacia.

Nos anos de 2003 a 2006, a classe Solo Exposto/Talhão Agrícola continuou aumentando, de 975,79 para 1.021,15 km². Simultaneamente, houve uma redução da área de Caatinga de 526,00 para 441,61 km² (Quadro 3 e Figura 2). Ainda no mesmo período, houve um pequeno aumento de mata ciliar de 71,27 para 123,10 km², porém, este aumento é devido principalmente a possíveis erros ocorridos durante a classificação. Segundo o IBGE (2007), no ano de 2006, foram plantados na região do Cerrado piauiense 46.628.909 hectares de cereais, leguminosas e oleaginosas, obtendo uma produção de 117.260.824 toneladas, expressando a significância do bioma Cerrado como grande produtora.

No período final do trabalho, entre os anos de 2006 a 2010, a área de Solo Exposto/Talhão Agrícola praticamente não aumentou, de 1.021,15 para 1.040,06 km², também no mesmo período houve um aumento da área de Cerrado de 1.485,45 para 1.600,50 km², indicando um possível erro de classificação, devido à área de talhão agrícola ter apresentado semelhante comportamento espectral à área de Cerrado (Quadro 3 e Figura 2).

Desta forma, no ano de 2010 as áreas de Solo exposto/Talhão Agrícola, que correspondem às áreas de cultivo agrícola, apresentaram área total de 1.040,06 km², o que correspondem a 33,56% do total da área da bacia, 3.099,00 km². Em seu estudo sobre a evolução temporal do desmatamento e expansão agrícola em parte da bacia do rio Uruçuí-Preto no Estado do Piauí, Silva *et al.* (2014), ao comparar à evolução das áreas de Cerrado com Solo Exposto/Talhão Agrícola, entre os anos de 1984 e 2010, observaram que, concomitante a diminuição das áreas de cerrado, houve aumento destas áreas destinadas à agricultura, aproximadamente de 1.000 km², ou seja, em torno de 20% da área da bacia. Segundo Aguiar (2005), isso ocorreu devido ao avanço da fronteira agrícola, já que esta acarretou a ocupação das áreas de chapadas nos topos de morros por monoculturas intensivas, principalmente de soja, baseada no desmatamento

de novas áreas, principalmente de Cerrado.

Assim, de acordo com os resultados do trabalho, o desmatamento da área de Cerrado entre os anos de 1984 a 2010 foi de 30,01% (686,50 km²), enquanto o aumento da área de Solo Exposto/Talhão Agrícola foi na ordem de 272,41%, saindo de 381,80 km² no ano de 1984 para 1.040,06 km² no ano de 2010. Silva Sobrinho (2013), em seu estudo sobre a evolução temporal do desmatamento em outra bacia no Sul do Estado do Piauí (bacia do riacho Corrente dos Matões), relata que o maior avanço das áreas de cultivo ocorreu entre os anos de 2001 e 2010, fato também ocorrido no presente trabalho, o que concorda também com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), em que os números para o Piauí se traduzem em 40 mil hectares plantados em 2000, 197,1 mil hectares em 2005, saltando ainda para 343,10 mil hectares plantados em 2010, demonstrando assim uma grande expansão agrícola no território piauiense. Brito *et al.* (2011), ao analisarem a dinâmica do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do riacho Açaizal-MA, através de imagens de satélite Landsat TM 5 no período de 1984 a 2009 e cuja região também apresenta vegetação de Cerrado, verificaram que as áreas de pastagens, agricultura e solo exposto também tiveram um crescimento acentuado em relação ao cenário de 1984.

CONCLUSÃO

- Houve um aumento de 272,41% do uso e ocupação do solo por culturas agrícolas e consequente avanço do desmatamento de 30,01% nas áreas de Cerrado e 24,60% de todas as áreas de mata nativa na bacia do Riacho da Estiva entre os anos de 1984 a 2010.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, T.J.A.; MONTEIRO, M.S.L. Modelo agrícola e desenvolvimento sustentável: A ocupação do Cerrado piauiense. **Ambiente e Sociedade**, v.8, n.2, p.1-18, 2005.

BARROS, K.O.; MARCATTI, G.E.; COSTA, F.R.; OLIVEIRA, J.C.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SOARES, V. P.; SILVA, E. Análise temporal das classes de

uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, Montes Claros, Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v.5, n.2, p.43-54, 2013.

BRITO, D.S.; BARBOSA, R.S. Geoprocessamento aplicado a análise da dinâmica do uso da terra na Bacia Hidrográfica do riacho Açaizal, Senador La Rocque-MA. **Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.6286, 2011.

CUNHA, N.R.S.; LIMA, J.E.; GOMES, M.F.M.; BRAGA, M.J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados. **Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural**. v.46, n.2, p. 291-323, 2008.

FRANÇA, H.; SETZER, A.A.V.H.R.R. Analysis of a Savanna Site Through a Fire Season in Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, v.22, n.13, p.2449-2461, 2001.

GOMES, D.D.M.; MENDES, L.M.S.; MEDEIROS, C.N.; VERISSIMO, C.U.V. Análise multitemporal do processo de degradação da vegetação da bacia hidrográfica do rio Jaibaras no Estado do Ceará. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v.15, n.2, p.41-62, 2011.

GONÇALVES, L.G. **Estudo de impacto ambiental: efetividade nos empreendimentos agrícolas do Cerrado Piauiense?** 2008. 139f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2008.

GUNNINGHAM, N.; SINCLAIR, D. Policy instrument choice and diffuse source pollution. **Journal Environmental Law**, v.17, n.1, p.51-81, 2005.

IICA - INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA. **Informe nacional da situação e das perspectivas da agricultura - 2007**: Brasil, 2007. Disponível

em: <<http://www.iicabr.iica.org.br/>>. Acesso em julho de 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal: cereais, leguminosas e oleaginosas - 2007**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em julho de 2015.

LEITE, M.E.; FERREIRA, M.F.F. Análise espaço temporal do uso da terra na bacia hidrográfica do rio Tabuas, norte de Minas Gerais, com aplicação das geotecnologias. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.06, n.02, p.184-194, 2013.

REIS, T.B. **Meio Ambiente de Trabalho Rural (Condições Ambientais de Trabalho Agrícola nos Cerrados Piauienses)**. 2010. 178f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2010.

REIS, L.; CUNHA, P.; VERAS, D. O agronegócio e o comportamento do espaço urbano do município de Bom Jesus, Piauí. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica, 4, 2009, Belém-PA. **Anais...** Belém: CONNEPI, 2009.

REYDON, B.P.; MONTEIRO, M.S.L. A ocupação do cerrado piauiense: um processo de valorização fundiária. Disponível: <http://www.sober.org.br/palestra/>>. Acesso em: 26 jul. 2009. SANO,

E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA, L.G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n.1, p.153-156, 2008.

SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA, L.G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.166, n.4, p.113-124, 2009.

SILVA SOBRINHO, L.; AGUIAR JÚNIOR, A.L.; LIMA, T.P.; GOMES, G.S.L.; ABREU, Y.K.L.; SILVA, J.B.L.; FERNANDES, M.M. Evolução

temporal do desmatamento na bacia do riacho Corrente dos Matões, sul do estado do Piauí. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, 2013. **Anais...** São José dos Campos-SP: INPE, 2013.

SILVA, J.B.L.; FERREIRA, W.L.; ALMEIDA, K.N.S.; SOUZA, K.B.; NOBREGA, J.C.A. Evolução temporal do desmatamento e expansão agrícola entre 1984 a 2010 na sub-bacia do rio Uruçuí-Preto, Piauí. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa - MG, v.22, n.3. P.254-261, 2014.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Seamless data distribution system, Earth Resources Observation and Science**. 2005. Disponível em: www.usgs.gov. Acesso em: 22 de janeiro de 2011.

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.17, n.1. P.23-29, 2010.