

## **AValiação Espaço-Temporal do Desmatamento em Paisagens do Sertão de Pernambuco**

Ana Luiza de Amorim Reis (1); Géssyca Fernanda de Sena Oliveira (1); Letícia Siqueira Walter (2); Tarcila Rosa da Silva Lins (3); Emanuel Araújo Silva (4)

(1) *Universidade Federal Rural de Pernambuco*, graduanda em Engenharia Florestal, analuizadeamorimreis@gmail.com (4) *Universidade Federal Rural de Pernambuco*, professor titular, Departamento de Ciência Florestal,

### **Resumo**

O sensoriamento remoto e as técnicas de geoprocessamento são ferramentas que servem para mapear e monitorar uma área com o passar do tempo, observando respostas da paisagem a mudanças antrópicas e climáticas, tornando-se um instrumento para o planejamento e monitoramento dos recursos naturais. A vegetação da região estudada é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. A área analisada possui uma grande supressão de vegetação nativa para suprir o mercado de carvão, além de atividades agropecuárias existentes principalmente as margens do rio São Francisco. Nisso, o presente estudo tem por objetivo avaliar as alterações sofridas ao longo dos anos na cobertura florestal através da identificação dos padrões de uso e cobertura da terra, por meio do mapeamento da região analisada no referente trabalho. A área em estudo localiza-se no sertão pernambucano, envolvendo os municípios de Arcoverde, Buíque, Tupanatinga, Calumbi, Flores, Betânia, Serra Talhada, Ibimirim, Floresta, Sertânia e Custódia. As imagens foram provenientes do satélite LANDSAT 8, sensor OLI. Desta forma, foi possível avaliar as alterações sofridas pela cobertura vegetal entre os anos de 2013-2016 e identificar os padrões de uso, cobertura da terra e quantificá-los de acordo com as imagens de satélite obtidas. Em seguida foi feito o mosaico de identificação da área de estudo, através do software ArcGis 10.2.1, depois foram definidas as classes temáticas corpo d'água, solo exposto, agropecuária e floresta, dando enfoque nas áreas florestais desmatadas, em seguida foram cruzados os mapas por meio de álgebra de mapas, originando o grau de desmatamento na região em estudo no espaço temporal estabelecido. Os principais usos econômicos do São Francisco são agricultura irrigada, produção de energia e a pecuária, além do uso de recursos naturais, para carvoarias e mineração, gerando um modelo de exploração econômica intensa que, se não for substancialmente modificado, de nada adiantarão os esforços de revitalização. O presente trabalho apresentou que mesmo com a expansão da floresta de 2013 para 2016 o grau de desmatamento cresceu cerca de 16% e em relação a área total em estudo, e 73,77% da mesma é terreno antropizado, sendo 41,70% agropecuária, não tendo praticamente nenhum crescimento no período analisado, o outro fator determinante gerado pela antropização da área foi o solo exposto que resultou numa terreno equivalente a 31,33%, tendo um crescimento de 11%, aproximadamente, de 2013 a 2016, formando regiões desertificadas. A presença de gestões públicas para legalizar o corte de madeira nativa e incentivo de programas de reposição florestal no local são necessários para a reutilização da terra e desenvolvimento da flora e fauna local.

**Palavras-Chave:** Desmatamento; Floresta; Sensoriamento Remoto.

### **Introdução**

Nos últimos anos a utilização do sensoriamento remoto e as técnicas de geoprocessamento vêm sendo usados em diversas áreas da pesquisa, por meio de imagens de satélite com acompanhamento temporal, observando respostas do ecossistema as variações climáticas e antrópicas, tornando-se um instrumento para o planejamento e monitoramento dos recursos naturais (SILVA et al., 2009; INPE, 2003).

A extração de informações contidas em imagens, ocorre através do sensoriamento de cada objeto, como solo ou vegetação, a partir da emissão e reflexão da radiação eletromagnética que interage com os objetos, nisso a energia incidente é parte absorvida e parte refletida para a atmosfera, gerando uma resposta espectral que é coletada pelo espectroradiômetro dos satélites, Landsats, Spots ou o CBERS, gerando imagens ópticas de sensores (INPE, 2003).

A área analisada possui uma grande incidência de supressão de vegetação nativa para abastecer o mercado de carvão para geração de energia, além de atividades agropecuárias. As atividades de carvoejamento produzem uma série de impactos ambientais, sob o pretexto do crescimento econômico e dos benefícios que trazem à economia local de alguns municípios e regiões (UHLIG; GOLDEMBERG; COELHO, 2008).

A produção agropecuária intensa eleva a erosão e compactação do solo, reduz a vegetação local e diminui a taxa de infiltração da água, dificultando o processo de absorção dos nutrientes no solo, participando do processo de desertificação do solo deixando o solo exposto (FOLEY et al., 2005; SILVA et al., 2014).

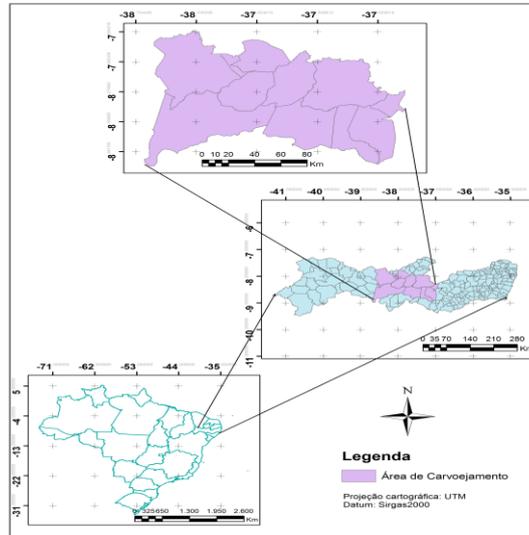
A monocultura reduz a diversidade, degrada as características físicas, químicas e biológicas do solo e aumenta a propensão do ataque de pragas e doenças tornando necessário, assim, a maior aplicação de fertilizantes e defensivos agropecuários, além de aumentar a área de solo exposto (SIPILÄINEN; HUHTAL, 2013).

Visando essa problemática, a modelagem dinâmica é uma ferramenta útil para o conhecimento do uso e ocupação da terra, gerando diretrizes metodológicas associadas às questões ambientais, sociais e econômicas (SILVA, 2011). Nisso o presente estudo tem por objetivo avaliar as alterações sofridas ao longo dos anos na cobertura florestal através da identificação dos padrões de uso e cobertura da terra, por meio do mapeamento da região analisada no referente trabalho.

## **Metodologia**

O presente trabalho foi desenvolvido numa área muito explorada para fins de carvoejamento definida por Sá et al. (1991) e indicada como uma das áreas prioritárias de conservação da Caatinga, situando-se na região fisiográfica do sertão do Estado de Pernambuco e abrange os municípios de Arcoverde, Buíque, Tupanatinga, Calumbi, Flores, Betânia, Serra Talhada, Ibimirim, Floresta, Sertânia e Custódia (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da área da pesquisa situada no estado de Pernambuco



A vegetação dessa região é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia, o clima é do tipo Tropical Semiárido, de acordo com a classificação de Köppen apresentando-se chuvas de verão, entre os meses de novembro a abril, com precipitação média anual de 431,8 mm e temperatura média da ordem de 24,7°C, sendo a do mês mais quente 33,9°C e a do mês mais frio 18,3°C (CPRM, 2005).

Os dados foram obtidos por meio de (cenas) imagens do satélite Landsat-8 sensor OLI (Operational Land Imager) dos anos de 2013 e 2016, cujas cenas são identificadas pelas órbitas/pontos: 215-65, 215-66, 216-65 e 216-66, datadas do primeiro semestre, respectivamente, com resolução espacial de 30 m. As cenas foram selecionadas em função da menor presença de nuvens, sendo aceito, segundo Prado et al. (2007), 35% ou menos da imagem coberta por nuvens e adquiridas gratuitamente pelo site United States Geological Survey.

As cenas foram georreferenciadas por meio do sistema de coordenadas UTM, Zona 24 Sul, Datum WGS-84 e processadas por meio do software ArcGis10.2.1., onde foram realizados mosaicos, a fim de unir cada uma das imagens adquiridas obtendo-se o recobrimento total da área de estudo, gerando os mapas de identificação da área de 2013 e 2016.

Em seguida foram definidas classificações através da máxima verossimilhança, do tipo supervisionada através do mesmo software, na qual foi possível classificar a área de estudo em quatro classes: Corpos d'água, solo exposto, agropecuária, floresta. Gerando os mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 2013 e 2016.

A partir disto foi feito o cruzamento das classificações dos mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 2013 e 2016, por meio da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL), através do software Qgis 2.2, estabelecendo um total de 16 classes temáticas, obtendo-se

como resultado um mapa da dinâmica da cobertura florestal para o período analisado, distinguindo-se as seguintes classes:

- **Manutenção:** áreas correspondentes de florestas nativas que não sofreram alterações de 2013 para 2016, ou seja, as florestas mantiveram-se presentes entre os períodos estudados.
- **Expansão:** áreas em que o uso do solo fora convertido em floresta nativa de um ano para o outro. Levando em consideração as áreas de regeneração natural e/ou de recuperação ambiental.
- **Desmatamento:** áreas de floresta nativa que foram subtraídas e convertidas para outros usos do solo entre o período estudado.
- **Outros usos:** referem-se às áreas ocupadas pelos demais usos (agropecuária, solo exposto e corpos d'água) que não possuíram alteração de 2013 para 2016.

### **Resultados e discussão**

Os primeiros resultados adquiridos foram os mapas de identificação da área de 2013 (Figura 2) e de 2016 (Figura 3) e para melhor percepção da vegetação que é o objeto de estudo, analisar o desmatamento da área, foram utilizados as bandas 6-5-4, pois através da combinação entre elas se obtém a melhor visualização da vegetação e assim facilita a identificação e quantificação das classificações de uso do solo e posteriormente o grau de desmatamento na área selecionada.

De acordo com Dias Filho (2016), os produtos dos fusionamentos das bandas servem para realçar solos, vegetação e massas d'água, pois cada sensor (banda) capta uma faixa de comprimentos de onda, sendo obtido o realce da característica física desejada, na tabela 1 apresenta a descrição de uso das bandas de 1 a 11, sabendo que as bandas 10 e 11 não podem ser usadas com o sensor OLI, sensor utilizado neste trabalho.

Tabela 1 – Descrição dos usos de cada banda do satélite Landsat-8

NOME DA BANDA	OLI/TIRS	DESCRIÇÃO DE USO
Costeira/Aerosol	Banda 1	Observações de zonas costeiras e águas rasas; estudos de detecção de aerossóis, poeira e fumaça.
Azul (B)	Banda 2	Mapeamento batimétrico; diferenciação entre solo e vegetação; mapeamento de tipos de florestas, identificação de atividades antrópicas.
Verde (G)	Banda 3	Copas de árvores e avaliação do vigor das plantas.
Vermelha (R)	Banda 4	Identificação do tipo de vegetação; solos e características urbanas.
Infravermelho Próximo (NIR)	Banda 5	Análise e detecção de vegetação; mapeamento de orla costeira e teor de biomassa.
Infravermelho de Ondas Curtas-1 (SWIR-1)	Banda 6	Análise de vegetação seca/úmida; zonas afetadas por incêndios e queimadas; detecção de incêndios ativos.
Infravermelho de Ondas Curtas-2 (SWIR-2)	Banda 7	Deteção adicional de incêndios ativos (especialmente à noite); análises de vegetação seca/úmida.
Pancromática (PAN)	Banda 8	Melhorar imagens multiespectrais fornecendo maior resolução.
Cirrus	Banda 9	Deteção de nuvens Cirrus.
Termal (TIRS)	Bandas 10 e 11	Mapeamento de temperatura e estimativa de umidade do solo.

Fonte: (DIAS FILHO, 2016).

Observando as figuras 2 e 3 já é possível observar uma diferença nos tons de verde, entre os anos de 2013 e de 2016, observando que houve uma redução. A coloração branca, que parece rachaduras são solo exposto, a rosa clara retangulares são latifúndios utilizados para agropecuária, normalmente, a coloração preta é água e as brancas de formato floco com uma sombra preta ao lado, são nuvens. Resaltando que na parte inferior esquerda dos mapas aparece o rio São Francisco, e a coloração verde clara forte ao redor do rio são em sua maioria agricultura, tendo também pequenas quantidades de florestas.

Os principais usos econômicos do São Francisco são agricultura irrigada, produção de energia e a pecuária, além do uso de recursos naturais, para carvoarias e mineração, gerando um modelo de exploração econômica intensa que, se não for substancialmente modificado, de nada adiantarão os esforços de revitalização. A produção agro-industrial vigente as margens do São Francisco vem causando uma série de problemas ambientais desde os anos 70, com o crescimento desenfreado da agricultura no local (ZELLHUBER; SIQUEIRA, 2007).

Figura 2 - Mosaico e identificação da área em estudo do ano de 2013

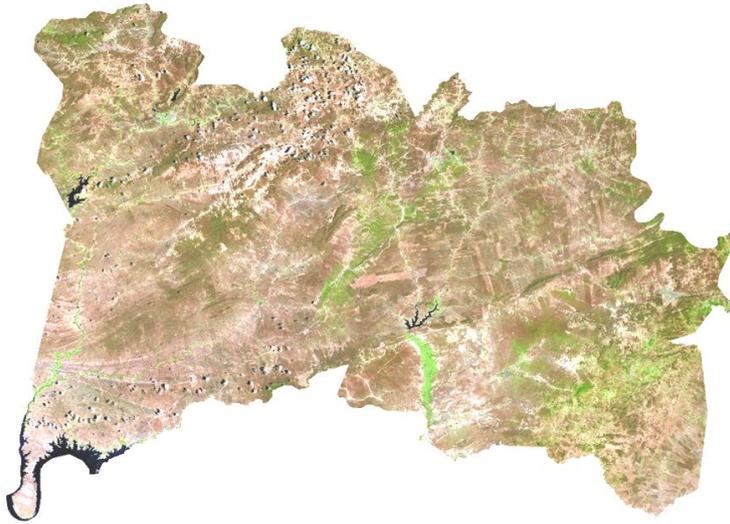


Figura 3 - Mosaico e identificação da área em estudo do ano de 2016



Em sequência, nas figuras 4 e 5, há as classificações da área em estudo de acordo com quatro aspectos analisados relevantes ao objetivo do trabalho (água, solo exposto, floresta e agropecuária) dos anos de 2013 e 2016. Nessas imagens se torna mais perceptível a amplitude do solo exposto e o crescimento do mesmo, se tornando até mais evidente do que a presença da agropecuária. Isso mostra o mal uso da terra gerando desertificação da área, representado pelo solo exposto.

Silva et al (2009) em seu trabalho avaliou o processo de desertificação na região do sertão do Estado de Pernambuco através do NDVI de uma série temporal de imagens Landsat Thematic Mapper (TM) nos anos 1994, 1997 e 2001, e concluiu que de acordo com o NDVI, a vegetação

apresentou decréscimo nas áreas analisadas, revelando que as regiões estão em processo de desertificação, por perda de vegetação e por processos pedológicos.

No canto inferior direito da figura 5 é possível observar que houve um crescimento da cor verde, comparando a figura 4 com a figura 5, isso ocorreu devida principalmente a presença do Parque Nacional do Catimbau (Buíque-PE) e da Reserva Biológica de Serra Negra (Tacaratu-PE) e demais pontos de florestas na região citada, o que fez com que a floresta como um todo se torna-se mais visível.

Figura 4 - Mapa de classificação do uso e ocupação da terra da área em estudo em 2013

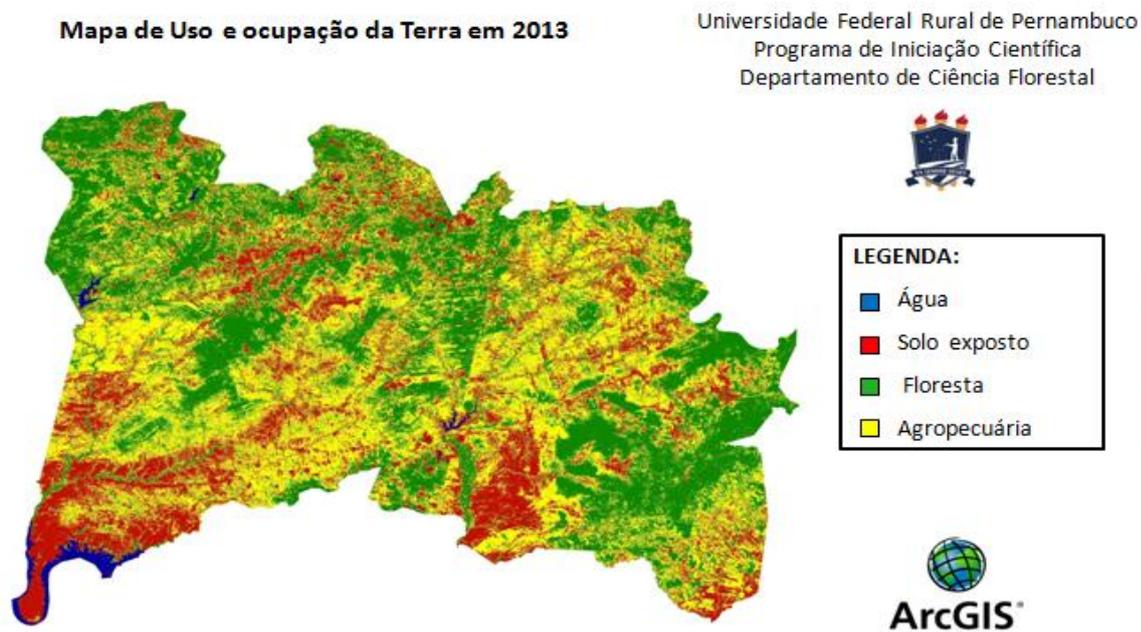
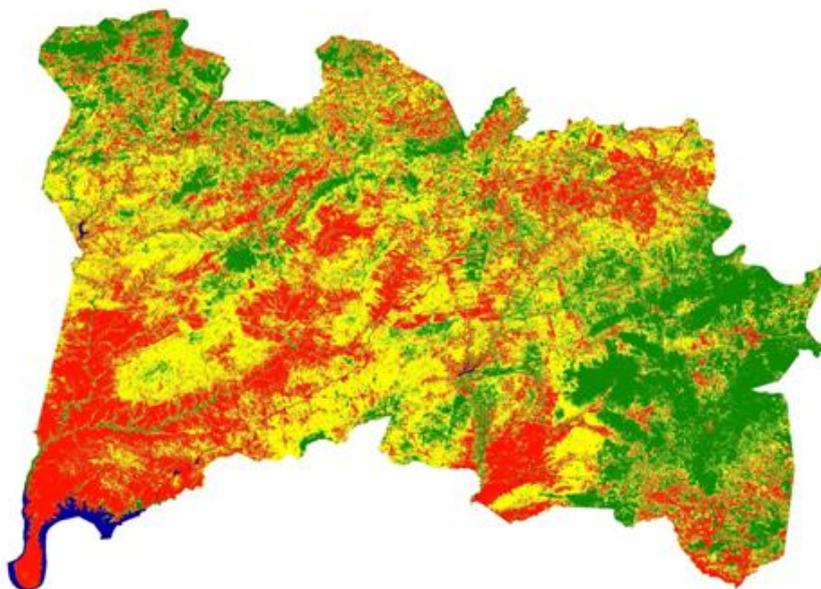


Figura 5 - Mapa de classificação do uso e ocupação da terra da área em estudo em 2016

### Mapa de Uso e ocupação da Terra em 2016

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Programa de Iniciação Científica  
Departamento de Ciência Florestal



#### LEGENDA:

- Água
- Solo exposto
- Floresta
- Agropecuária



A figura 6 refere-se ao objetivo final do trabalho que é o grau de desmatamento da área em estudo, em que aparece em destaque o desmatamento principalmente na área central e superior do mapa, onde há maior incidência de carvoejamento, principalmente por localizar-se próximo a Araripina, polo gesseiro que utiliza muito carvão no seu processo de fabricação (esta cidade situasse próximo a parte superior esquerda da área em estudo, ao oeste de Pernambuco). Este polo vem estimulando o desenvolvimento de cidades próximas, como os municípios de Trindade, Bodocó e Ouricuri, que apresentam modificações em seu ambiente natural devido, principalmente, ao desmatamento ilegal para a utilização da lenha como fonte energética nas indústrias gesseiras (SÁ et al, 2008).

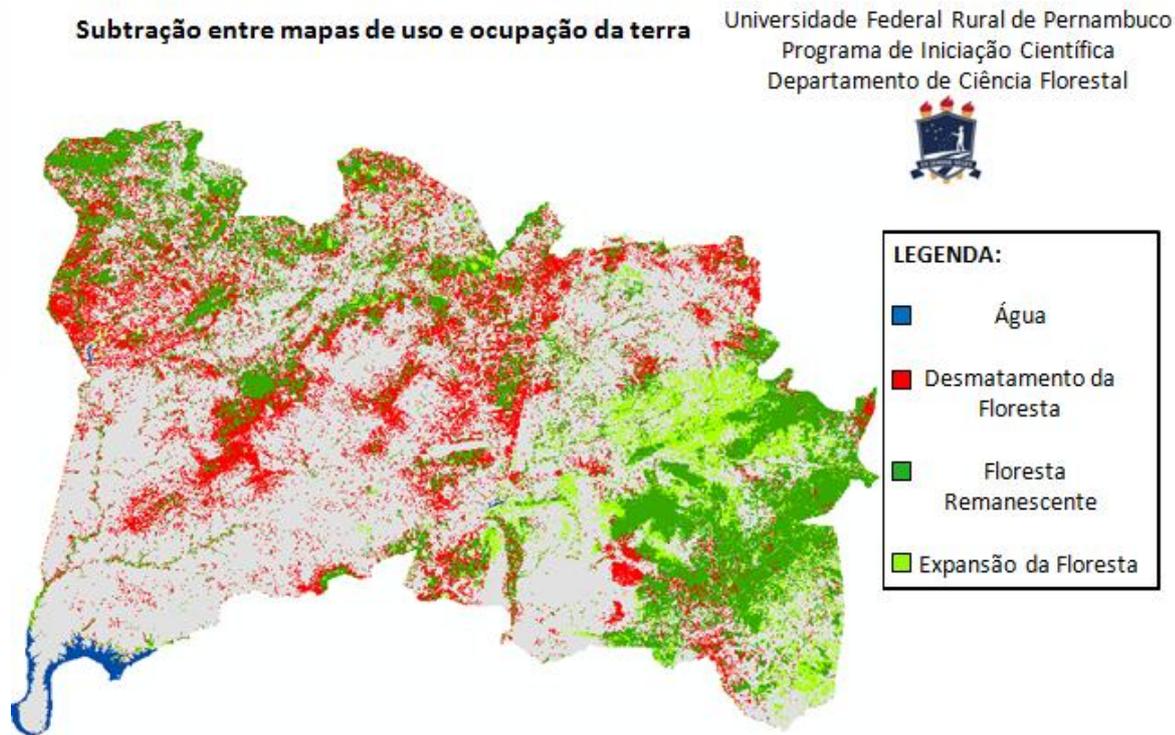
Lopes et al. (2010) estimou que entre os anos de 1985 e 2000 houve um beneficiamento de 1113,72% de recursos florestais para a produção de carvão destinado a microrregião de Araripina e indústria de gesso. Araújo Filho e Carvalho (1997) comentam que 73% do consumo de energia primária, para a indústria de alguns estados nordestinos, tem como fonte o carvão e a lenha e, em termos globais, o uso destas fontes atende a 33% do consumo de energia.

Andrade e Oliveira (2004) constataram que a produção média de lenha da caatinga no nordeste varia de 1,2 a 4,3% ao ano, mas a vegetação demora de 10 a 15 anos para recuperar 90% da sua biomassa original, isso associado as áreas de agropecuária existentes, são responsáveis pela maior parte de áreas desmatadas no nordeste brasileiro, o que corresponde a 55% de desmatamento em

Pernambuco.

As partes em cinza são espaços que não possuíram alteração de 2013 a 2016 em relação a vegetação.

Figura 6 - Subtração entre os mapas de classificação de 2013 e 2016 da área em estudo



Em seguida há duas tabelas, as tabelas 2 e 3, que quantificam a diferença em hectares das classes de uso do solo nos anos de 2013 e 2016 e as porcentagens relativas aos dados obtidos na figura 6.

Demonstrando que praticamente não houve alteração entre a agropecuária presente em 2013 e em 2016 (41,84% e 41,70%), na presença de corpos d'água houve um decréscimo de 0,25% que pode ter sido ocasionado por conta da perda de mata ciliar, considerando a redução da floresta em cerca de 10%, sendo proporcional ao aumento de aproximadamente 11% de solo exposto, deixando claro o desmatamento ilegal na região, indicando que a madeira cortada foi utilizada para carvoejamento.

A tabela 3 mostra que a floresta em 2016 representa 26% da área total em estudo, 6% a mais que em 2013, mas pouco em relação ao desmatamento que cresceu 16% e aos outros usos do solo, como cidades, agropecuária e solo exposto que não variou de um período para o outro.

Tabela 2 - Quantidade de área (ha) de cada classe de uso do solo em relação a área em estudo nos dois períodos.

<b>Classes de uso</b>	<b>2013</b>	<b>%</b>	<b>2016</b>	<b>%</b>
Água	17.216,46	0,99	12.886.29	0,74
Agropecuária	72.935.68	41,84	72.688.293	41,70
Floresta	63.475.596	36,41	45.724.905	26,23
Solo exposto	36.185.022	20,76	54.616.122	31,33
<b>Total</b>	<b>1743179,49</b>	<b>100</b>	<b>1743179,49</b>	<b>100</b>

Tabela 3 - Desempenho das classes obtidas na figura 6

<b>Classes de uso</b>	<b>Área em hectare</b>	<b>%</b>
Manutenção da Floresta	350.778,69	20,12
Expansão da Floresta	106.470,36	6,11
Desmatamento	283.977,27	16,29
Outros usos	1.001.953,17	57,48
<b>Total</b>	<b>1.743.179</b>	<b>100</b>

A tabela 3 mostra que mesmo havendo 26,23% de floresta em 2016 o restante da área de estudo, equivalente a 73,77%, é de terreno antropizado. Essas transformações apresentam ameaças para o bioma, na forma de perda de biodiversidade e desestabilização do ecossistema e desertificação (CASTELLETTI et al., 2003).

Desta forma, o mapeamento desse território é útil para a análise local do nível de degradação da referida região, servindo de indicação para o direcionamento de políticas públicas de gestão ambiental e na avaliação do consumo de produtos florestais ( LOPES et al., 2010).

## Conclusões

O presente trabalho apresentou que mesmo com a expansão da floresta de 2013 para 2016 o grau de desmatamento cresceu cerca de 16% e em relação a área total em estudo, e 73,77% da mesma é terreno antropizado, sendo 41,70% agropecuária, não tendo praticamente nenhum crescimento no período analisado, o outro fator determinante gerado pela antropização da área foi o solo exposto que resultou numa terreno equivalente a 31,33%, tendo um crescimento de 11%, aproximadamente, de 2013 a 2016, formando regiões desertificadas.

A presença de gestões públicas para legalizar o corte de madeira nativa e incentivo de programas de reposição florestal no local são necessários para a reutilização da terra e desenvolvimento da flora e fauna local.

## Referências

- ANDRADE, J. B.; OLIVEIRA, T. S. Análise espaço-temporal do uso da terra em parte do semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p. 393-401, Viçosa-MG. 2004.
- ARAÚJO FILHO, J.A. ; CARVALHO, F.C. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Circular Técnica, n. 13, p.19. 1997.
- CASTELLETTI, C. H. M. et al. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; J. M. C. da (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. 719- 734.
- CPRM - **Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Ibimirim, estado de Pernambuco** / Organizado [por] MASCARENHAS J.C. et. al. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 33p. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br> acesso em 14 de maio de 2010>. Acesso em: 15 março. 2017.
- DIAS FILHO, L. F. **A utilização de *open source gis* na mineração: prospecção regional de pegmatitos da faixa Seridó paraibana**. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE, 2016.
- FOLEY, J. A et al. Global consequences of land use. **Science**, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Área territorial oficial [online]. 2010. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default\\_territ\\_area.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm). Acesso em: 15 de março. 2017
- LOPES, H. L. et al. Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.11, p.1210-1219, Campina Grande - PB. 2010.
- PRADO, R.B. et al. Avaliação da dinâmica do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica de contribuição para o reservatório de Barra Bonita SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 2, n. 59, p. 127-135. São Paulo- SP, 2007.
- SÁ, I. B. **Aplicações da abordagem multiestágio em sensoriamento remoto para mapeamento da vegetação de Caatinga: estudo de caso, Petrolina, PE**. 178 f. Dissertação (mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1991.
- SÁ, S. I. I. et al. Uso do índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) para caracterização da cobertura vegetal da região do Araripe pernambucano. **RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física**. V. 01, n.01, p. 28-38, Recife- PE, 2008.

SILVA, A. P. N. et al. Dinâmica Espaço-Temporal da vegetação no Semi-Árido de Pernambuco. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 195-205. Mossoró, RN. 2009.

SILVA, E. A. **Modelagem dinâmica para simulação no processo de arenização cobertura florestal na campanha ocidental.** Universidade Federal de Santa Maria- RS, p. 69, 2011.

SILVA, F. D. et al. Soil carbon indices as affected by 10 years of integrated crop–livestock production with different pasture grazing intensities in Southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 60-69. 2014.

SIPIILÄINEN, T.; HUHTAL, A. Opportunity costs of providing crop diversity in organic and conventional farming: would targeted environmental policies make economic sense? **European Review of Agricultural Economics**, v. 40, n. 3, p. 441-462, 2013.

UHLIG, A.; GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T. O uso do carvão vegetal na indústria siderúrgica brasileira e o impacto sobre as mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Energia**, v.14, n.2, p.67-85, Brasil, 2008.

ZELHUBER, A. ; SIQUEIRA, R. Rio São Francisco em descaminho: degradação e revitalização. **Cadernos do CEAS**, n. 227, p. 1-21. Salvador - BA. 2007.