

## Identificação do processo de desertificação no município de Floresta, Pernambuco, Brasil, a partir do processamento de imagens de satélite e dados pluviométricos

Rayanna Barroso de Oliveira Alves<sup>2</sup>  
Hernande Pereira da Silva<sup>1,2</sup>  
Nildson Rodrigues de França e Silva<sup>1</sup>  
Karina Francine Romão Caldas<sup>2</sup>  
Heder Matheus Pereira Malafaia<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife – PE. CEP: 52171-900  
{hernandepereira@yahoo.com.br, nildson.casa@gmail.com}

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE  
Av. Prof. Luís Freire, 500, Cidade Universitária, Recife – PE. CEP: 50740-540  
{rayannabarroso@hotmail.com, hernandepereira@yahoo.com.br, kari.romao@gmail.com}

<sup>3</sup> Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP  
Rua do Príncipe, 526, Boa Vista, Recife – PE. CEP: 50050-900  
{heder\_matheus\_12@hotmail.com}

**Abstract.** The current stage of desertification in the Northeast of Brazil has been worsening and the destruction caused by its progress extends to several counties of the State of Pernambuco and intensifies the population vulnerability. In view of the need for information about the desertification process in the counties of the state of Pernambuco, the present work aims at image processing and data acquisition in the Floresta's city, in order to better understand the desertification process that occurs in our region, monitoring and analysis of cause and effect of this event. Initially, LANDSAT 5 and 8 satellite images were obtained from INPE (National Institute for Space Research) and the United States Geological Survey (USGS) for the generation of natural vegetation cover data. Rainfall was also obtained from the Pernambuco Water and Climate Agency (APAC). From the data obtained, graphs and tables were developed by rainy periods and low precipitation, in order to justify the processed images. The methodology adopted allowed to perform a temporal space analysis in the county of Floresta, the influence of rainfall for the development of the local vegetation and identification of areas in the process of desertification.

**Palavras-chave:** remote sensing, georrocessing, climate change.

### 1. Introdução

O contínuo desenvolvimento das cidades e o crescimento demográfico resultam na utilização desordenada e irresponsável dos recursos naturais e aumento na demanda por energia, exercendo pressão pela intensa utilização dos recursos da natureza (PROCÓPIO, 2010).

No Brasil, os municípios influenciados pelos eventos extremos (seca e estiagem) vem aumentando e, o estágio da seca, se agravando. A região nordeste apresenta-se vulnerável aos riscos de variabilidade climática o que pode ocasionar uma aridização e consequente desertificação devido as mudanças climáticas (AIVES *et. al*, 2012). A irregularidade das chuvas fez com que alguns estados ficassem em pior situação. O número de municípios nordestinos em situação de emergência subiu de 659 para 862. (BRASIL, 2015), e aproximadamente 40% dos municípios do estado de Pernambuco foram reconhecidos na mesma situação, em decorrência da estiagem (BRASIL, 2016).

Tradicionalmente, a temperatura do ar e a precipitação são consideradas indicadores clássicas de mudanças de clima. Porém, é geralmente aceito que as mudanças nos padrões de precipitação e chuva, e dos eventos extremos podem ter fortes impactos no meio ambiente e

na sociedade, ainda que as tendências na precipitação acumulada ou na temperatura média sejam a nível anual ou sazonal (MARENGO, et al., 2007).

Com enfoque para o semiárido que, apresenta curta, porém importante estação chuvosa sendo, a precipitação, a variável meteorológica determinante para caracterizar o clima local, pode-se observar que há necessidade de obter informações pretéritas no menor espaço de tempo possível. Para isso, deve-se utilizar sensores de alta resolução temporal (Alves *et al.*, 2012).

O sensoriamento remoto tem sido utilizado para acompanhamento das secas (NOBRE *et al.*, 1992) e para delimitar áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no estado do Ceará (SOARES *et al.*, 1992). Sendo assim, a utilização do sensoriamento remoto torna-se uma ferramenta importante a ser usada no controle e monitoramento ambiental relativos à mudanças do clima e suas influências.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é realizar no município de Floresta, Pernambuco, Brasil, localizado no sertão pernambucano, o monitoramento espaço temporal do eventos extremos e processos de desertificação, possibilitando o monitoramento e análise de causa e efeito desse evento.

## 2. Metodologia de Trabalho

### 2.1 Área de Estudo

O município de Floresta está localizado a 433 km a oeste da cidade de Recife, na mesorregião São Francisco Pernambucano e microrregião Sertão de Itaparica (Figura 1). A área municipal ocupa 3674,9 km<sup>2</sup>. A sede municipal apresenta altitude de 316 m e coordenadas geográficas 8°36'02" S de latitude e 38°34'05" W de longitude (Silva, 2013 apud CPRM, 2005).

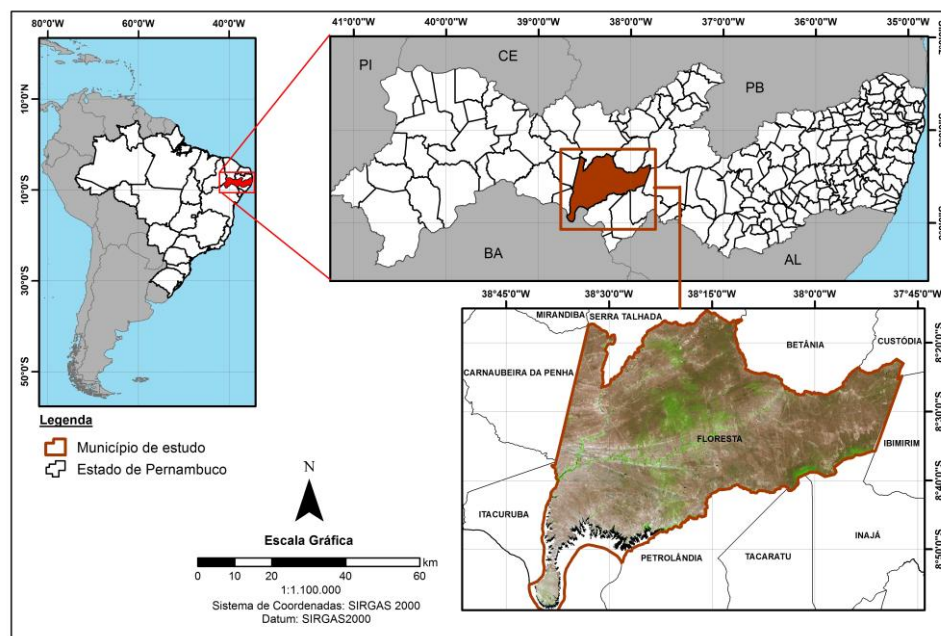


Figura 1: Mapa de localização do município de Floresta, Pernambuco.

O clima nessa mesorregião é do tipo BSHW' semiárido, com estação seca bem definida e com chuvas concentradas, sobretudo, no verão, tendo como principal elemento influenciador, o mecanismo de circulação das massas de ar (FERRAZ et al., 2014).

Para Silva et al. (2013), no que diz respeito a vegetação do município, pode-se considerar duas formações vegetacionais: a Caatinga, hiperxerófila pouco densa e arbustiva, e a floresta caducifólia, caracterizada pela elevação do terreno e denominada de brejo de altitude.

O solo do município é caracterizado por diversas classes: Luvisolos (T), Planossolos (S), e Neossolos Litólicos (RL) presentes em extensas áreas, e, em menor proporção, os Latossolos Amarelos (LA) e Vermelho-Amarelos (LVA), bem como Argissolos Amarelos (PA) e Vermelho-Amarelos (PVA), Argissolos Vermelhos (PV), Vertissolos (V), Neossolos Regolíticos (RR) e Neossolos Quartzarênicos (RQ). Dentre eles, segundo Galindo (2007) e Silva (2009) Planossolos (S), e Neossolos Litólicos (RL) são vulneráveis aos processos de desertificação. É levado em consideração que as condições climáticas da região (baixa pluviosidade, distribuição irregular das chuvas, evapotranspiração potencial elevada) favorecem a formação de solos afetados por sais, como os Planossolos e os Neossolos Flúvicos sálicos e/ou sódicos (EMBRAPA, 2001).

## **2.2 Aquisição e Tratamento de Imagens**

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram adquiridas imagens dos anos 2000 a 2015, do município de Floresta. O ano de 2012 não foi possível a aquisição de imagem devido a elevada cobertura de nuvens.

Foram utilizadas imagens do Satélite LANDSAT 5 e LANDSAT 8. As cenas do LANDSAT 5 foram adquiridas pela base de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Já o Landsat 8, em sua própria base de dados espaciais desenvolvida pelo United States Geological Survey - USGS. Dessa forma, foram utilizadas as bandas 3,4,5 (BGR) e 4,5,6 (BGR), respectivamente.

O software utilizado foi o SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) desenvolvido pelo INPE, o qual permite o processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais. Foi realizado o recorte, no município de Floresta, serão recortados a partir do Shape dos limites municipais do estado de Pernambuco e das cenas/imagens adquiridas. Para melhor visualização e definição de classes temáticas será realizada correção radiométrica da área de estudo.

Após o recorte das imagens, iniciou-se a classificação supervisionada, a qual é um processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse (INPE, 2016). Sendo assim, permitiu a identificação das áreas com vegetação existente.

Em seguida realizou-se o mapeamento temático, o qual permitiu a transformação da imagem classificada (categoria Imagem) para um mapa temático.

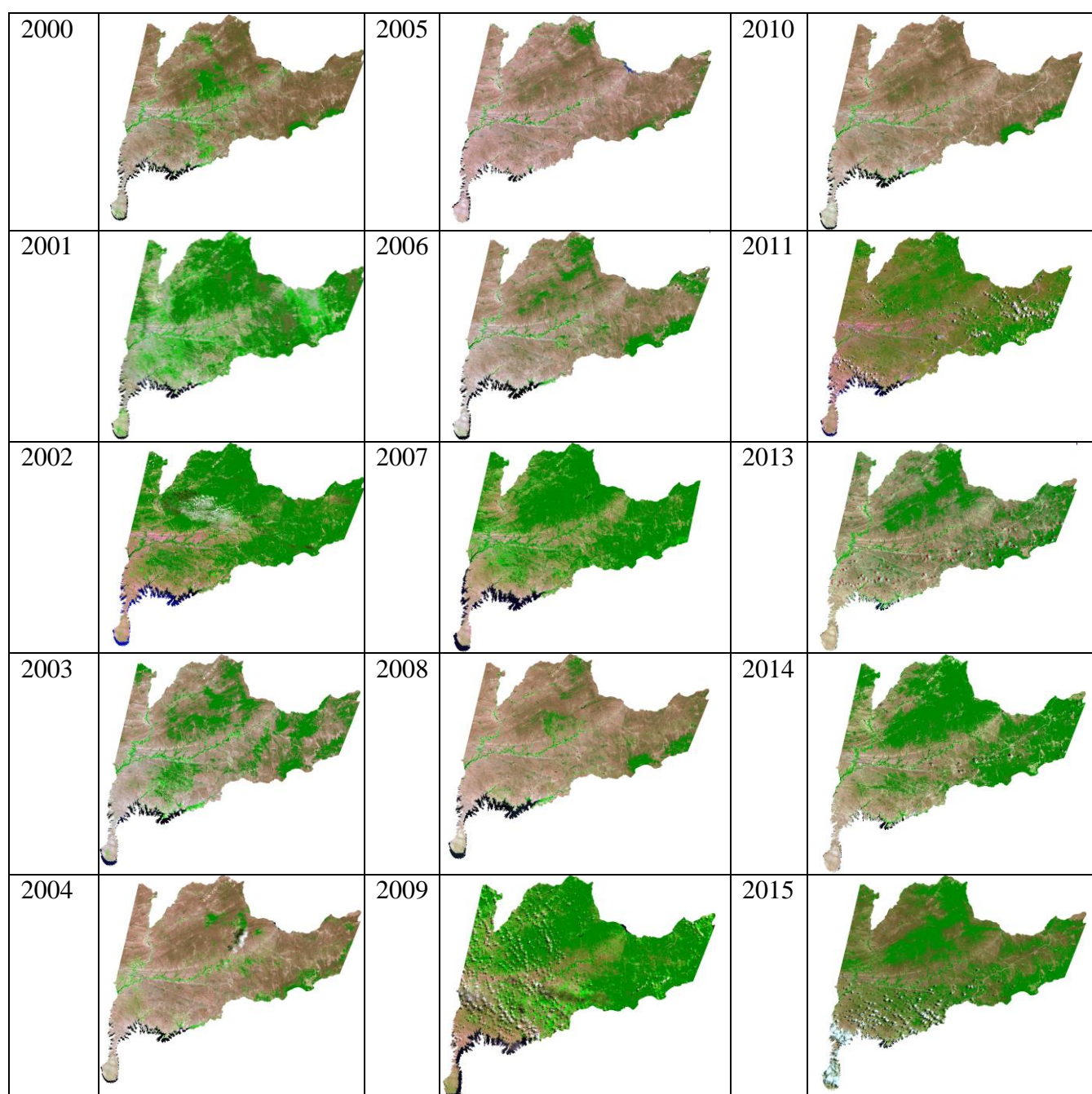
Concluindo as etapas a serem desenvolvidas, foram realizados os cálculos das áreas mapeadas de cada município, de forma a identificar não apenas a unidade de área territorial, mas também a relação entre a área total dos municípios e a área de vegetação natural, em percentual.

## **2.3 Dados Pluviométricos**

As informações pluviométricas foram obtidas através do serviço meteorológico de monitoramento pluviométrico da Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC. Foram escolhidas a partir da mesorregião do São Francisco Pernambucano, nos Postos do município de Floresta e Floresta (Chesf). A visualização das informações foi mensal, com data inicial 01/01/2000 a 31/12/2000, por ano, até o ano de 2015, com ordenação por data.

## **3. Resultados e Discussão**

Após o desenvolvimento da metodologia descrita, obteve-se resultados referentes a vegetação natural do município de Floresta, nos anos de 2000 a 2011 e 2013 a 2015, como mostrado a seguir.



A partir das imagens geradas, foi possível identificar áreas em que há presença de cobertura vegetal natural. Junto a isso, a classificação supervisionada permitiu a geração de informações da área de cobertura vegetal em quilômetro, apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Cobertura vegetal natural do município de Floresta, Pernambuco.

Floresta	Área da Unidade Territorial (km <sup>2</sup> )	Cobertura Vegetal (km <sup>2</sup> )	Área sem Cobertura Vegetal (km <sup>2</sup> )
set/00	3644,168	341,22	3302,948
mai/01	3644,168	1762,57	1881,598
fev/02	3644,168	1849,1	1795,068
dez/03	3644,168	841,35	2802,818
dez/04	3644,168	156,77	3487,398

out/05	3644,168	182,6	3461,568
set/06	3644,168	459,03	3185,138
abr/07	3644,168	1943,89	1700,278
nov/08	3644,168	266,56	3377,608
jun/09	3644,168	1646,1	1998,068
jan/10	3644,168	154,01	3490,158
out/11	3644,168	535,85	3108,318
out/13	3644,168	864,73	2779,438
jan/14	3644,168	1568,5	2075,668
mar/15	3644,168	1022,72	2621,448

A partir da Tabela 1, foi possível calcular a diferença entre a área da unidade territorial do município e a área de cobertura vegetal gerada pela classificação. Os dados pluviométricos foram adquiridos por mês, do ano 2000 a 2015, sendo assim, foram somados os valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Precipitação pluviométrica do município de Floresta, Pernambuco.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Soma(mm)
2000	26,55	102,65	114,75	56,75	9,25	27,1	27,1	8,9	18,4	-	14,15	62,05	467,65
2001	36,2	31,15	239,05	3	-	8,5	6,7	3,1	-	18,9	1,1	23,55	371,25
2002	320,4	41,3	38	16,9	17,5	5,3	9,05	8,3	1,7	24,4	0,9	48,95	532,7
2003	101,15	61,55	41,05	15,6	45,1	10	23	-	0,7	0,7	47	1,5	447,35
2004	321,05	113,3	38,2	21	55,2	10,45	5,9	2,25	0,6	-	50,65	14,2	632,8
2005	41,55	219,2	116,7	36,55	128,4	34,05	10,5	5	2,4	-	8,95	113,3	716,6
2006	-	20,35	195,85	60,45	15,7	28,4	12,45	2,3	8,85	0,7	51,95	-	397
2007	14,65	229,45	145,15	5,65	54,3	17,7	5,35	13,05	4,8	-	7,75	1,6	499,45
2008	5,4	191,85	175,15	155,3	37,9	4,7	24,25	-	2,1	1	-	54,5	652,15
2009	61,1	107,9	45,8	157,65	80,15	17,5	5,2	10,7	-	7	2	56,85	551,85
2010	74,4	90,8	52,85	171,45	32,55	26,05	26,2	6,4	17,1	69,45	1,5	195,35	764,1
2011	82,8	44,8	68,75	14,75	46,95	11,3	14,5	29,2	11,4	7,85	24,9	0,1	357,3
2012	27,65	37,5	40,45	0,8	4,45	3,7	5,95	5,5	0,2	-	4,75	7,1	138,05
2013	40,7	-	9,5	34,55	4,9	3,8	30,1	1,75	-	12,2	1,7	187,95	327,15
2014	2,3	70,15	95,5	88,55	21,15	3,45	25,25	11	1,7	2,6	54,45	32,1	408,2
2015	16,75	69,3	34,75	22,05	9	4,95	13,35	2	-	-	-	39,05	211,2

A partir das Tabelas anteriores, foi possível gerar gráficos de cobertura vegetal e precipitação pluviométrica. Optou-se pela separação dos dados no que diz respeito as estações do ano, de forma a classificá-los em períodos secos e chuvosos, como apresentados a seguir, a fim de analisar a cobertura vegetal e precipitação para cada período.

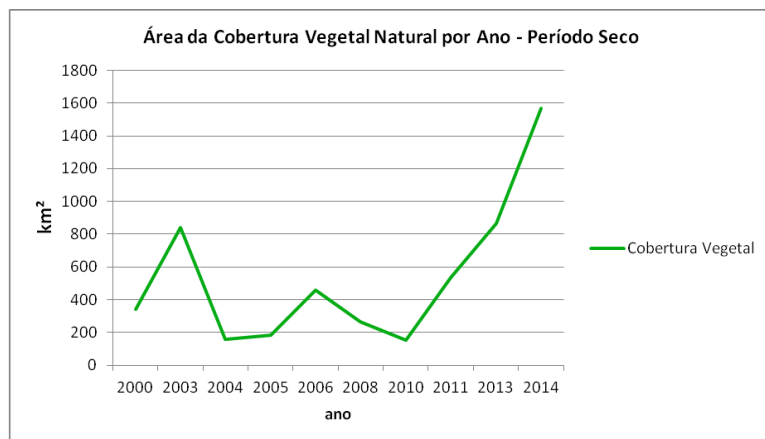


Figura 3: Gráfico de cobertura vegetal por ano, considerando período seco.

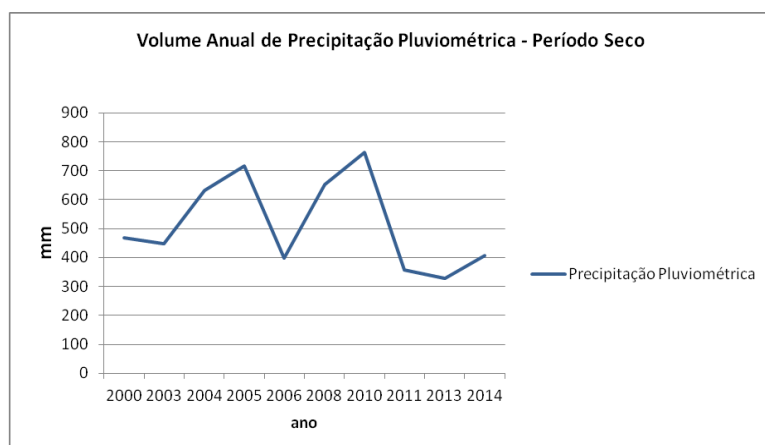


Figura 4: Gráfico de precipitação pluviométrica no período seco.

A partir dos gráficos gerados, pode-se perceber que do ano de 2000 em relação ao de 2003, houve um aumento da cobertura vegetal natural, indo contra o observado no gráfico de precipitação, o qual mostra um decréscimo. Baseado na média de precipitação pluviométrica dos anos estudados, a qual corresponde a aproximadamente 500mm, o ano de 2003 ficou abaixo da média, com volume de 447,35 mm, o que corresponde a 6,15% abaixo do valor médio. Com isso, seria esperado que a cobertura vegetal também tivesse uma redução no valor, mas não houve. Isso significa que a área de 841,35 km<sup>2</sup> foi irrigada, possivelmente, pela água proveniente de acúmulo de reservatórios locais.

Até o ano de 2006 o gráfico se mantém estável no que diz respeito aos dados adquiridos, mas, nesse ano, há uma diferença nos parâmetros considerados. A volume de precipitação ficou abaixo da média (397mm), já a cobertura vegetal conseguiu se desenvolver numa área de 459 km<sup>2</sup>, o que também levanta a possibilidade de irrigação por acúmulo de reservatório. O mesmo acontece para o ano de 2013.

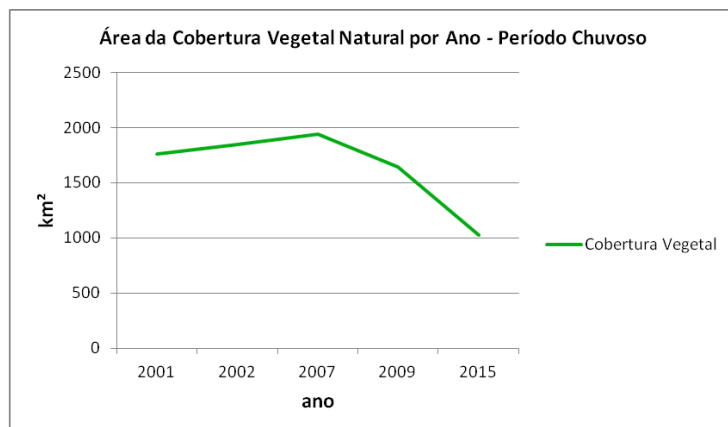


Figura 5: Gráfico de cobertura vegetal por ano, considerando período chuvoso.

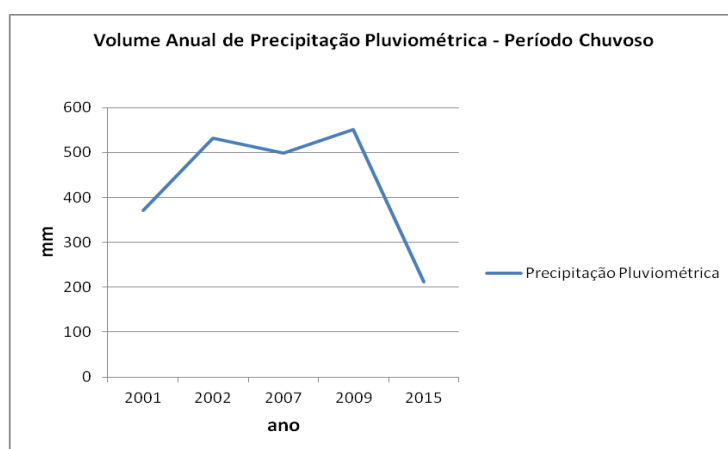


Figura 6: Gráfico de precipitação pluviométrica no período chuvoso.

Para os gráficos de cobertura vegetal natural e precipitação pluviométrica no período chuvoso (fevereiro a junho), foi verificado que, de uma forma geral, as curvas se mantêm similares, o que permite dizer que a área de cobertura vegetal natural é proporcional a existência de precipitação. O ano de 2007, especificamente, obteve uma divergência da curvatura da linha. É possível observar que a área de vegetação natural para o referido ano equivale a 1943,89 km<sup>2</sup>, o que corresponde a um percentual de aproximadamente 53,43% com relação a área total do município; e a precipitação está equivalente à média obtida pelos anos de estudo (500mm) de um valor aproximado de 499,45. Sendo assim, é possível considerar que a área de vegetação natural não teve influência da precipitação para desenvolver, podendo ter sido influenciada pelo um alto valor de acúmulo de reservatório local, pois a água armazenada, consegue atingir as áreas com baixo índice de precipitação anual.

Sendo assim, a partir do cruzamento das imagens, dos dados de cobertura vegetal natural e de precipitação pluviométrica, anteriormente apresentados, foi possível desenvolver estudos de monitoramento e identificação de áreas em processos de desertificação no Estado de Pernambuco.

#### 4. Conclusões

A metodologia adotada permitiu realizar uma análise espaço temporal no município de Floresta, a influência das chuvas para o desenvolvimento da vegetação local e identificação de áreas em processo de desertificação.

A análise dos dados de precipitação, apenas, não são suficientes para justificar a presença de elevada cobertura vegetal natural de áreas a serem estudadas, e o volume de acúmulo de reservatório pode ser levado em consideração, pois pode permitir a identificação da eficiência

da distribuição de água, pois, de acordo com Júnior (2010), “para compensar as deficiências hídricas dos períodos de estiagem, o reservatório acumula parte das águas nos períodos chuvosos exercendo, assim, um efeito regularizador das vazões naturais”.

Observou-se ainda, a necessidade de levantamento e monitoramento de maior número de dados para controle preventivo dos locais em processo de desertificação, além de realizar avaliações e soluções voltadas à adequação de infraestrutura e serviços específicos para a prevenção e adaptação aos impactos de eventos extremos e a vulnerabilidade da população.

### **Agradecimentos**

Ao Instituto Federal de Pernambuco pelo curso de Mestrado Profissional em Gestão Ambiental oferecido. À Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC por disponibilizar os dados pluviométricos e de acúmulo de reservatório. À Universidade Federal Rural de Pernambuco, junto ao Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – UFRPE/GEOSERE pela estrutura para o desenvolvimento do trabalho.

### **Referências Bibliográficas**

Alves, R.B.O; Pereira, H.P; Melo, A.L; Paz, J.O.S; Lima, J.D.L; Geração de Banco de Dados Espaciais do Satélite MODIS, Visando o Estudo de Parâmetros Ambientais e Suas Relações com as Mudanças Climáticas. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (GEONORDESTE), 11. 2012, Aracajú. **Anais IV GEONORDESTE**, Aracajú, 2012. Disponível em: < <http://octeventos.com.br/sites/vigeonordeste/>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

Brasil, Diário Oficial da União, Art. 1º, Portaria Nº 177, de 27 de setembro de 2016, Situação de Emergência em Municípios do Estado de Pernambuco, Disponível em: < <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=27/09/2016&jornal=1&pagina=22&totalArquivos=468>> Acesso em: 01. nov. 2016.

Brasil, Diário Oficial da União, Art. 1º, Portaria Nº 77, de 27 de abril de 2015, Municípios do Estado de Pernambuco em estado de calamidade em decorrência da estiagem, Disponível em: < <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=89&data=30/04/2015>> Acesso em: 13. mai. 2016

Casamitjana, X.; Serra, T.; Colomer, J.; Baserba, C.; Pérez-Losada, J. Effects of the water withdrawal in the stratification patterns of a reservoir. *Hydrobiologia*, v. 504, p. 21-28. 2003.

EMBRAPA. Diagnóstico Ambiental do Município de Floresta, Pernambuco. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Circular Técnica, 2001. 3 p. Filho, J.C.A; Silva, A.B; Silva, F.B.R; Leite, A.P. ISSN: 1715-5146.

Ferraz, J.S.F; Ferreira, R.L.C; Silva, JAA; Meunier, I.M.J; Santos, M.V.F. Estrutura do componente arbusto-arbóreo da vegetação em duas áreas de caatinga, no município de Floresta, Pernambuco. *Revista Árvore*, v. 38, n. 6, 1055-1064, 2014.

Ford, D.E. Reservoir transport process. In: Thorton, K.W.; Kimmel, B.L.; Payne, F.E. (ed.). *Reservoir limnology. Ecological Perspectives*. John Wiley and Sons. New York: 15-41. 1990.

GALINDO, I.C.L. Relação solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no estado de Pernambuco. 2007. 255p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2007.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>. Acesso em 16.mai.2016.

Silva, H.P. Mapeamento das áreas sob risco de desertificação no semi-árido de Pernambuco a partir de imagens de satélite. 2009. 14p. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

Silva, E.A; Ferreira, R.L.C; Silva, J.A.A; Sá, I.B; Duarte, S.M.A. Dinâmica do uso e cobertura da terra do município de Floresta, PE. *Floresta*, v.43, n.4, p 611-620, 2013.