

ESTUDO ESPAÇO TEMPORAL DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS À DESERTIFICAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

DOI: 10.19177/rgsa.v8e32019352-370

Ana Célia Saraiva de Moura Garcia¹
José Coelho de Araújo Filho²
Hernande Pereira da Silva Pereira Silva³
Renata Maria Caminha M. de O. Carvalho⁴

RESUMO

A desertificação é um problema ambiental que ocorre nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas, decorrente da ação conjugada das ações antrópica e ambientais. A bacia do rio Moxotó está inserido na região semiárida brasileira, submédio São Francisco, e apresenta problemas crescente de desmatamento do bioma Caatinga na região. Nesse sentido, partiu-se do pressuposto que a estabilização de solos degradados, desnudos ou com vegetação muito rala, ao longo dos anos, no contexto de mudanças climáticas, podem potencializar processos desertificativos nas regiões semiáridas. Essa pesquisa teve como foco identificar áreas susceptíveis à desertificação a partir do estudo espaço temporal de imagens orbitais, na bacia do rio Moxotó, nos anos de 1995, 2006 e 2016. Para tanto, aplicou-se a técnica de Modelo Linear de Mistura Espectral - MLME, Programação Álgebra de mapas. Foram pesquisados dados pluviométricos, eventos ENOS e realizado trabalho de campo. Os resultados mostraram que a bacia do rio Moxotó apresenta 900 Km² de áreas com potenciais à desertificação. No âmbito da gestão ambiental, os resultados poderão contribuir na discussão sobre as formas de manejo sustentáveis da vegetação exótica em áreas degradadas e subsidiar a tomada de decisão quanto à implantação de ações e programas que possam apoiar o reflorestamento da caatinga na região.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Gestão ambiental. Caatinga. Evento ENOS.

¹ Especialista em Gestão ambiental. IFPE-Instituto Federal de Pernambuco. <http://orcid.org/0000-0002-1542-9876> E-mail: anaclia1@gmail.com

² EMBRAPA SOLOS. E-mail: coelhoembrapa@gmail.com

³ IFPE, UFRPE. E-mail: hernandepereira@yahoo.com.br

⁴ IFPE - MPGA. E-mail: ren.carvalho@hotmail.com

TEMPORARY SPACE STUDY OF AREAS SUSCEPTIBLE TO DESERTIFICATION IN THE BRAZILIAN SEMIARID

ABSTRACT

Desertification is an environmental problem that occurs in arid, semiarid and subarid regions, resulting from the combined action of anthropic and environmental actions. The Moxotó river basin is located in the Brazilian semiarid region, sub-medium São Francisco, and presents growing problems of deforestation of the Caatinga biome in the region. In this sense, it was assumed that the stabilization of degraded, bare or very thin vegetation soils over the years, in the context of climate change, may enhance desertification processes in semiarid regions. This research aimed to identify areas susceptible to desertification from the temporal space study of orbital images in the Moxotó river basin, in 1995, 2006 and 2016. To this end, the Spectral Mixture Linear Model - MLME, Programming Map Algebra. Rainfall data, ENSO events and fieldwork were researched. The results showed that the Moxotó river basin has 900 km² of areas with potential for desertification. In the context of environmental management, the results may contribute to the discussion of sustainable management of exotic vegetation in degraded areas and support decision-making regarding the implementation of actions and programs that can support the reforestation of the caatinga in the region.

Key words: Hydrographic basin. Environmental management. Caatinga. ENOS

1 INTRODUÇÃO

A desertificação é um problema ambiental grave que ocupa lugar de destaque entre as grandes preocupações contemporâneas sobre os problemas ambientais nas regiões áridas e semiáridas.

Na região Nordeste do Brasil, esse fenômeno se propaga na região semiárida, pela integração do clima com a vasta combinação da vulnerabilidade dos recursos naturais e impactos das ações antrópicas, que juntos constituem o cenário de suscetibilidade à desertificação.

De acordo com Marengo (2008), a “região semiárida do Nordeste está na rota para a desertificação”, conforme projeções futuras, a variabilidade climática interanual, associada aos fenômenos El Niño e La Niña, ou a variabilidade da temperatura da superfície do mar no Atlântico Tropical e do Sul, é uma das contribuintes na geração das anomalias climáticas.

Os impactos dessas anomalias, no nordeste brasileiro, se refletem em severas secas, assim a região semiárida, será bastante afetada e tenderá a tornar-se mais árida, com fortes impactos na vegetação, na biodiversidade e nas atividades que dependem dos recursos naturais (MARENGO, 2016).

Em relação aos impactos da variabilidade climática nas bacias hidrográficas da região nordeste, Magalhães (2016) explica que os vários modelos indicam a redução do fluxo de água em importantes bacias, como no São Francisco. “Com mais secas, menos umidade, menos água, os impactos poderão ser maiores sobre a agricultura, sobre a economia, sobre as condições de vida”.

Essa revelação é muito significativa, principalmente para nortear ações de Gestão ambiental em áreas susceptíveis à desertificação, principalmente no âmbito das bacias hidrográficas.

A susceptibilidade à desertificação, diz respeito a possibilidade de ocorrer nas áreas degradadas processos desertificativos, ou como definiu Grigio, Didato e Amaro (2013), a susceptibilidade é a maior ou menor tendência de uma determinada área perder a sua capacidade de regeneração.

Nesse contexto, o desmatamento da caatinga, a fragilidade dos solos e as mudanças climáticas, constituem parâmetros importantes para a gestão ambiental de bacias hidrográficas, no sentido de poder planejar ações de prevenção nas áreas susceptíveis à desertificação, assim como na restauração e reabilitação das áreas degradadas e desertificadas.

No Estado de Pernambuco, o núcleo de desertificação compreende os municípios: Belém de São Francisco, Cabrobó, Carnaubeira da Penha, Floresta e Itacuruba. E, 135 municípios estão inseridos nas áreas suscetíveis à desertificação (ASD), onde vivem, conforme resultados do censo demográfico de 2000, cerca de 2.622.519 milhões de habitantes, apresentando densidade demográfica de 35,34 hab./km² (PERNAMBUCO, 2011).

O uso do sensoriamento remoto na detecção, avaliação e monitoramento da desertificação e das áreas susceptíveis nas regiões de climas áridos e semiáridos é

amplamente reconhecido e aplicado, pois as radiações eletromagnéticas refletidas, transmitidas, absorvidas, dispersas dos alvos da superfície da terra, respondem de formas diferentes nos comprimentos de ondas (NEGASH, 2016).

O sensoriamento remoto pode ser definido como a tecnologia que possibilita a aquisição de imagens e outros tipos de dados, oriundos da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida dos objetos terrestres (JENSEN, 2009; FLOREZANO, 2013).

A utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento e transmissão de dados e plataformas, permitem estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta terra, em suas mais diversas manifestações (NOVO, 2010).

Estudo realizado por Nobre (2011), sobre a avaliação dos impactos das mudanças climáticas nos biomas brasileiros, revela que, no Brasil, o bioma mais vulnerável à degradação ambiental, no cenário de aumento das temperaturas globais, é o bioma Caatinga. Para o pesquisador, a região semiárida do Nordeste do Brasil está em estado de alerta, já que a vulnerabilidade do bioma Caatinga aos efeitos das mudanças climáticas representa fator de pressão para a desertificação na região.

Estudos realizados por Freire (2015) mostram a vulnerabilidade desse bioma, mesmo em áreas de proteção ambiental, o autor alerta que a Caatinga está em risco. Nesse sentido, a área de estudo escolhida foi a bacia do rio Moxotó, inserida totalmente nas áreas susceptíveis à desertificação. A bacia do rio Moxotó sofre com vários impactos ambientais, de ordem natural e antrópica, já evidenciadas e comprovadas como a supressão da caatinga e aumento do albedo (OLIVEIRA et al., 2009), a erodibilidade e erosividade (PEDROSA et al., 1998; ABREU et al., 2011) e a salinidade (CERQUEIRA, 2015; SIVA, 2014).

A susceptibilidade de áreas à desertificação, nessa pesquisa é compreendida como a possibilidade de ocorrência de desertificação. Assim, partiu-se do pressuposto que a estabilização de solos degradados, desnudos ou com vegetação muito rala, ao longo dos anos, no contexto de mudanças climáticas, podem potencializar processos desertificativos nas regiões semiáridas.

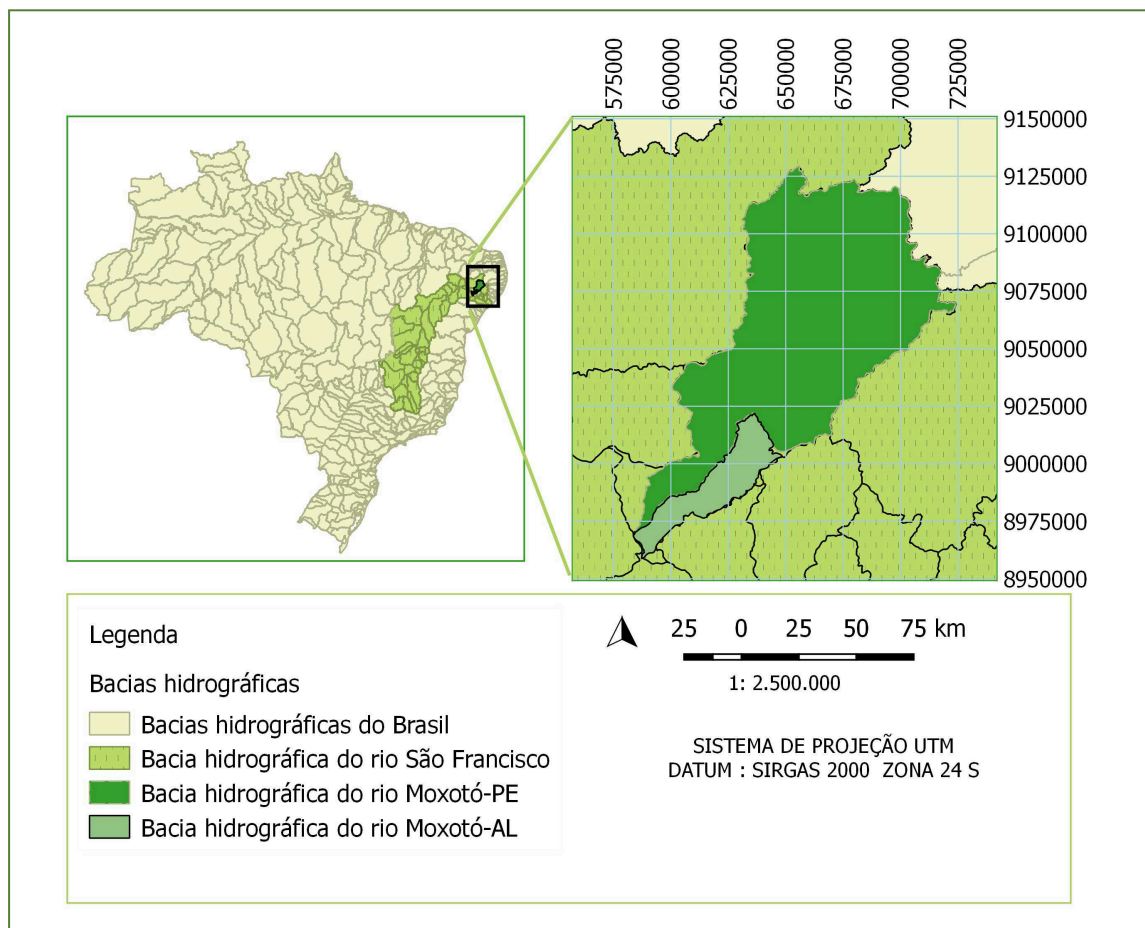
Nesse sentido, a gestão ambiental como área do conhecimento sobre o meio ambiente que gerencia as interações dos fenômenos ecológicos com os processos

antrópicos, tem o papel fundamental no âmbito da prevenção, recuperação e reabilitação de áreas degradadas.

Para tanto, conta com o aporte do geoprocessamento, por meio das contribuições do sensoriamento remoto e SIG na identificação e, análise do comportamento espacial e temporal de áreas susceptíveis à desertificação e áreas desertificadas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia do rio Moxotó possui uma área total de 9.744,01 km², está localizada na região fisiográfica, submédio da bacia do rio São Francisco, está em sua maior parte, no Estado de Pernambuco, estendendo-se na sua porção sudeste para o Estado de Alagoas até o rio São Francisco. Por cortar dois estados, o curso de água



está sob domínio da União (APAC, 2017).

Figura 1. Localização da bacia do rio Moxotó.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A vegetação predominante na bacia do rio Moxotó é a Floresta Estacional Caducifólia (Caatinga). Nas áreas da Depressão Sertaneja predominam a caatinga hiperxerófila (SA et al., 2003). No âmbito da Bacia Sedimentar do Jatobá a vegetação predominante é do tipo hipoxerófila, na sua porção inserida no Agreste do Estado. Encontra-se ainda, uma Floresta Estacional Sub-caducifólia Tropical, no brejo de altitude como na Serra Negra (Inajá) e em Tacaratu.

A bacia possui duas unidades de conservação de uso integral, o Parque Nacional do Catimbau e a Reserva Biológica de Serra Negra.

2.1 Aplicação do modelo linear de mistura espectral

Foi realizada a aplicação do modelo de mistura espectral (SHIMABUKURO; PONZONI, 2017), no SPRING 5.5, com imagens orbitais do Landsat 5 e 8 (USGS, 2017), e geradas 3 imagens frações: sombra, solo e vegetação.

A fração solo, resultado do MLME, realça as áreas sem cobertura vegetal, e por isso foi escolhida para compor a espacialização do desmatamento. Foram realizados alguns testes com a segmentação, sendo os valores de área 8 e limiar de similaridade igual a 16, os mais representativos.

Para o mapeamento do desmatamento da caatinga, nesse estudo, foram consideradas as classes caatinga arbórea caatinga arbustiva, solo exposto, água, nuvem e sombra. O solo exposto foi caracterizado como área com ausência de vegetação. A classe água, nuvem e sombra, englobou todos os recursos hídricos superficiais, as nuvens e áreas de sombreamento de relevo e áreas com umidade.

Para o mapeamento do desmatamento da caatinga, a classe água a princípio não foi separada da classe sombra em função da captação da umidade da água presente nas elevações das rochas areníticas, no entanto após a edição matricial foi obtido os valores em km² dos corpos de água superficiais presentes na bacia do rio Moxotó.

O mapeamento teve como foco, enfatizar o desmatamento da vegetação do bioma Caatinga entre os anos de 1995, 2006 e 2016.

2.2 Uso da programação- LEGAL

Com o resultado da espacialização do desmatamento do bioma Caatinga referente aos anos de 1995, 2006 e 2016, foi criado um algoritmo denominado de Mudanças ocorridas (APÊNDICE-A), para detectar as mudanças ocorridas do período de 21 anos, com base na rotina proposta por Freire e Pacheco (2011).

Áreas da bacia que estavam desmatadas e que tiveram recuperação na cobertura vegetal, para esse cenário a classe temática foi denominada de recuperação. As áreas que permaneceram sem alterações significativas quanto à cobertura vegetal, mantendo-se vegetadas durante todos os anos de estudo, a classe temática foi caracterizada como sem alteração. As áreas vegetadas que foram desmatadas, foram representadas na classe temática como degradadas. E, as áreas que permaneceram desnudas com solos expostos, ou com cobertura vegetal extremamente rala em todas as datas foram classificadas como áreas propensas à desertificação.

2.3 Dados pluviométricos

Os dados pluviométricos referentes às datas em estudo foram obtidos juntamente à Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2017). As estações meteorológicas foram Arcoverde (INMET), Ibimirim (IPA) e Inajá (CHESF). Os dados de ocorrência de eventos ENOS para o período de estudo-órbitas 216/215 teve como parâmetro dados de Null (2017).

2.4 Trabalho de campo

A partir dos resultados obtidos foi realizada atividade de campo em algumas áreas degradadas na bacia do rio Moxotó.

3 RESULTADOS

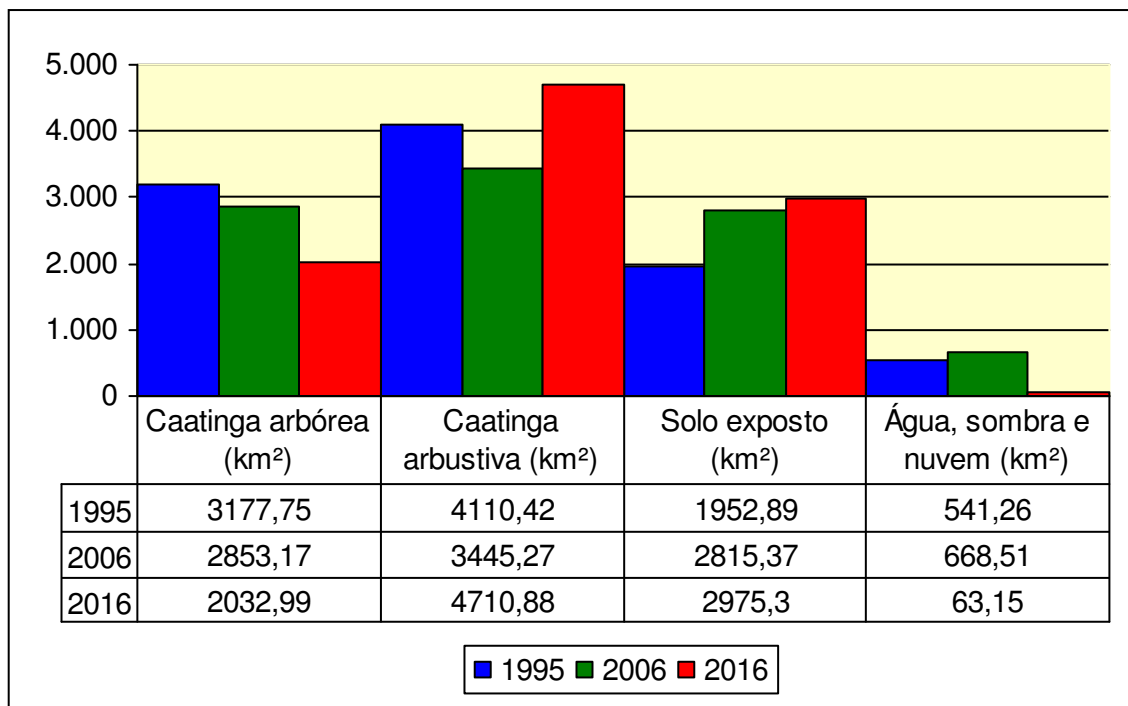
3.1 Espacialização do desmatamento na bacia do rio Moxotó a partir do mapeamento da fração solo

O desmatamento do bioma Caatinga na bacia do rio Moxotó pôde ser evidenciado a partir do estudo espaço temporal das respostas espectrais, com o mosaico órbita/ponto 215/66 e 216/66 dos satélites landsat 5 para os anos de 1995 e

2006, e mosaico órbita/ponto 215/66 e 216/66 de imagens do landsat 8 para o ano de 2016, com o mapeamento da fração solo, do Modelo linear de mistura espectral.

Os resultados das medidas de classe sobre a espacialização do desmatamento da vegetação do bioma Caatinga para os anos de 1995, 2006 e 2016 na bacia do rio Moxotó, estão representados na Figura 2.

Figura 2. Representação das medidas de classe referente à espacialização do



desmatamento da vegetação do bioma Caatinga para os anos de 1995, 2006 e 2016.

Fonte: Elaborado pelos autores.

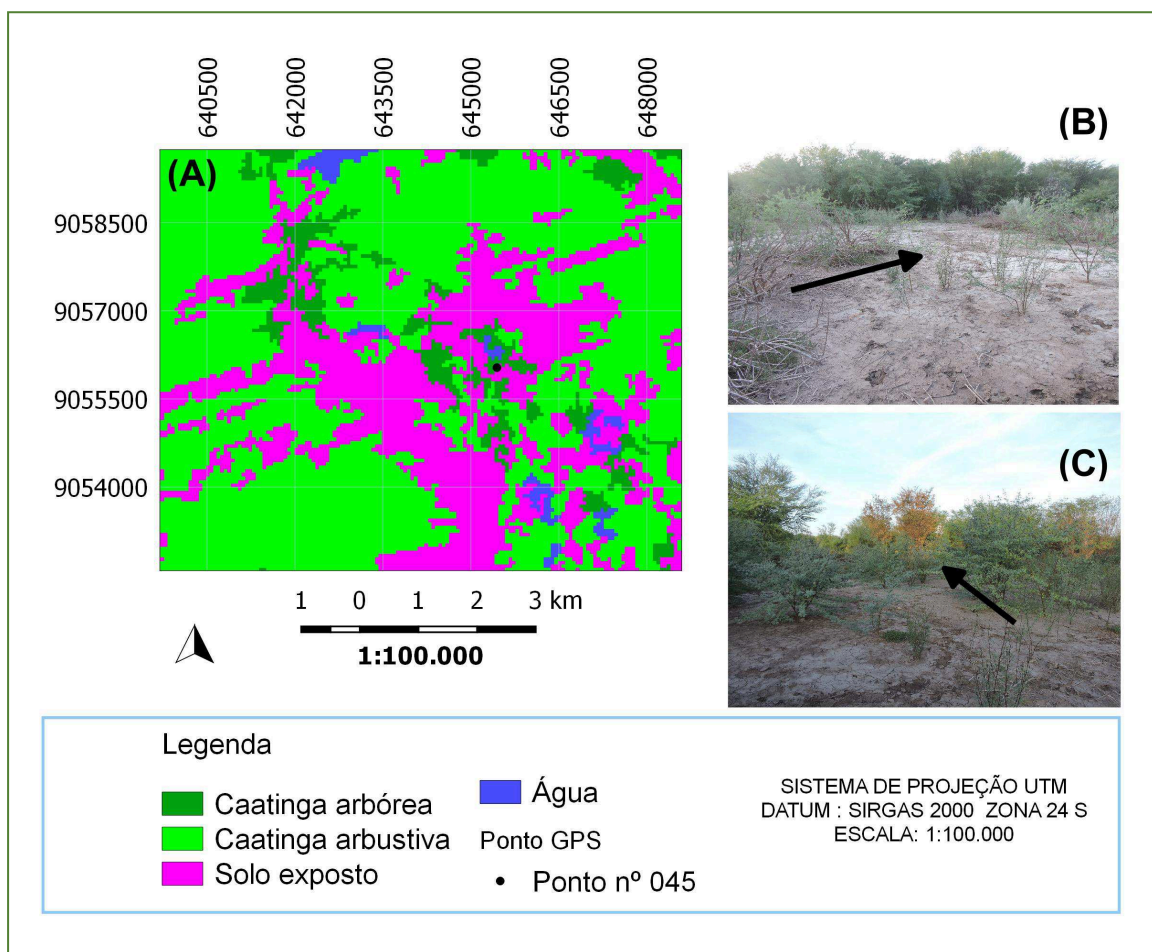
De acordo com a Figura 2, os dados obtidos do mapeamento da fração solo para o ano de 1995, indicam que a classe caatinga arbustiva foi a maior classe em extensão de áreas, correspondendo aproximadamente a 4.110,42 km² (42%). A caatinga arbórea apresentou o equivalente a 3.177,75 km² (32%). Os valores para a classe solo foram de 1.952,89 km² (20%). Os corpos d'água, nuvens e sombra presentes na bacia somaram valores de 541,26 km² (6%).

Em relação aos dados referentes ao ano de 2006 (Figura 2), a classe caatinga arbórea apresentou cerca de 2.853,17 km² (29%) e a caatinga arbustiva ficou em torno de 3.445,27 km² (35%). A classe solo exposto apresentou resultado

em torno de 2.815,37 km² (29%) e a classe água, nuvem e sombra corresponderam a 668,51 km² (7%).

No ano de 2016 os resultados (Figura 2) mostraram que a classe água, nuvem e sombra representaram 63,15 km², o equivalente a 1% do total das classes referente à espacialização do desmatamento da caatinga. A classe caatinga arbórea apresentou valores em extensão de 2.032,99 km² (21%) e a classe caatinga arbustiva correspondeu a 4.710,88 km² (48%). A classe solo ficou em torno de 2.975,30 km² (30%).

Com a edição matricial foi possível separar os corpos de água das nuvens e sombras presentes na bacia. Assim para o ano de 1995 os corpos hídricos superficiais representavam aproximadamente 20,54 km² de extensão de áreas, o ano de 2006 os valores corresponderam a 50,20 km² e 13,85 km² para o ano de 2016. A Figuras 3 mostra a localização do registro fotográfico de áreas degradadas na



bacia do rio Moxotó.

Figura 3. Áreas salinizadas, situadas no perímetro irrigado de Ibimirim:

(A) Trecho do Mapa de localização (Desmatamento da caatinga 2016), (B) Imagem de sais na superfície dos solos e (C) registro fotográfico de solos salinizados aproximadamente a 4,5 m de distância do ponto de GPS nº 45, próximos a mata da *Prosopis juliflora* (algaroba).

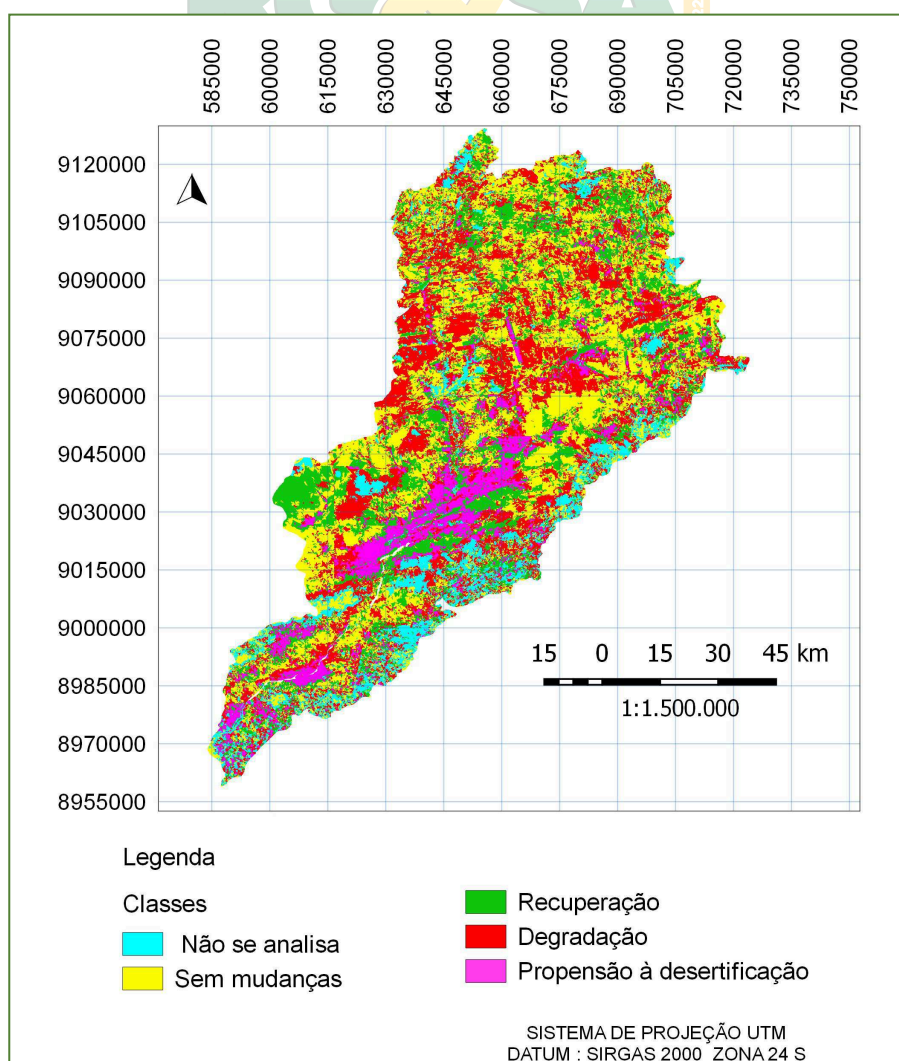
Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 3 a imagem (A) apresenta um trecho do mapeamento do desmatamento da caatinga para o ano de 2016. Na imagem (B) é possível perceber na superfície do solo áreas esbranquiçadas que são os sais, decorrentes do processo de irrigação por inundação. Observa-se, ao fundo das imagens (B) e (C) a predominância de vegetação exótica densa da espécie de *Prosopis Juliflora*(Sw)D.C (algaroba), nas áreas salinizadas presente nos domínios dos Neossolos Flúvicos.

3.2 Mapeamento das mudanças ocorridas entre os anos de 1995, 2006 e 2016

O resultado da análise espaço temporal das mudanças ocorridas, a partir do cruzamento dos mapas da espacialização dos desmatamentos dos anos de 1995, 2006 e 2016, com uso da programação LEGAL pode ser observado na Figura 4.

Figura 4. Espacialização das mudanças ocorridas entre os anos de 1995, 2006 e 2016 na bacia do rio Moxotó.

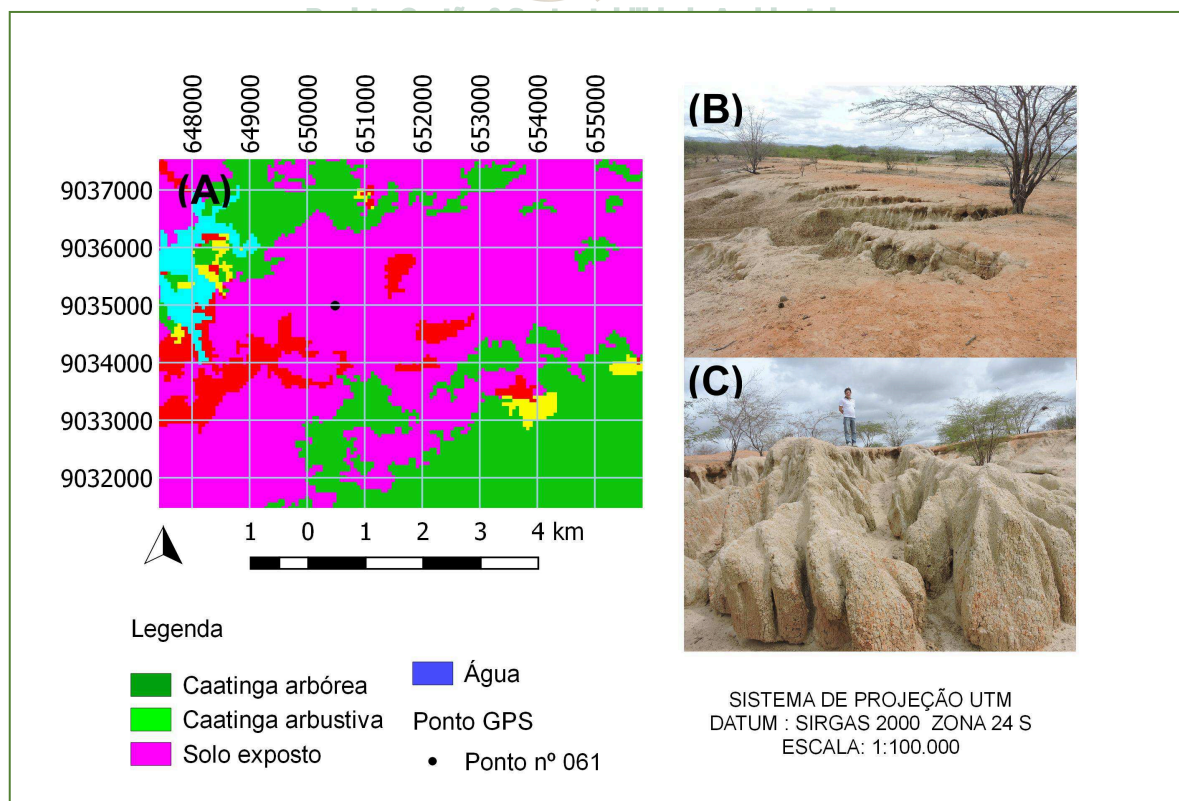


Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com a representação do mapeamento das mudanças ocorridas (Figura 4), a classe “degradação” corresponde aproximadamente a 2.758 km² de áreas. As áreas que não apresentaram mudanças significativas na cobertura vegetal representam 3.168 km². A classe “não se analisa”, apresentou valores de 933 km². As áreas que tiveram recuperação corresponderam aproximadamente a 2.022 km² e as áreas com alta propensão a desertificação apresentaram valores em torno de 900 km².

A Figura 5 mostra a localização de áreas de alta propensão à desertificação, situadas no trecho do perímetro irrigado Ibimirim - Inajá, nos domínios dos Planossolos.

Figura 5 -Localização de áreas de alta propensão à desertificação no mapa da Espacialização das mudanças ocorridas entre os anos de 1995, 2006 e 2016 na bacia do rio Moxotó: (A) Mapa de localização de áreas no trecho do perímetro irrigado Ibimirim – Inajá . (B) e (C) Registro fotográfico de áreas de alta propensão à desertificação a partir do ponto GPS nº 61.



Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com o estudo, no Estado de Pernambuco, a bacia do rio Moxotó apresenta-se com 771,45 km² de áreas com alta propensão à desertificação, 2.498,57 km² de áreas degradadas, 2.870,70 km² de áreas que mantiveram a predominância da vegetação constante e 1.779,81 km² de áreas recuperadas.

Nos domínios do Estado de Alagoas, a bacia do rio Moxotó apresenta-se com 116,62 km² de áreas com alta propensão à desertificação, 217,09 km² de áreas degradadas, 239,83 km² de áreas que mantiveram a predominância da vegetação constante e 202,99 km² de áreas recuperadas.

4 DISCUSSÃO

A susceptibilidade de áreas na bacia do rio Moxotó com potenciais à desertificação é uma situação crescente. Diante dos resultados apresentados pôde-se perceber que o desmatamento da caatinga durante o período de estudo, vem aumentando ao longo dos anos, assim como a exposição de solos degradados (Figura 3).

Nota-se pelos resultados que o ano de 2006, ano de maior aporte pluviométrico (APAC, 2017) e influência do El nino fraco (NULL, 2017) apresentou menores extensões de áreas em km² das classes da caatinga arbórea e caatinga arbustiva. E, significativo aumento de solos expostos, evidenciando desta forma aumento da degradação ambiental na região, quando comparados com os dados referentes ao ano de 1995.

Na espacialização do desmatamento da caatinga para o ano de 2016, os dados mostraram aumento de recuperação de vegetação do porte arbustivo, e significativa diminuição dos corpos hídricos.

Supõem-se, que a devastação da caatinga não tenha atingindo proporções maiores de degradação ambiental na bacia do rio Moxotó em 2016 (El Niño forte), devido aos aportes de contribuição das áreas protegidas pelas Unidades de conservação de uso integral Parna do Catimbaú e Rebio da Serra Negra, e pelas áreas degradadas que foram recuperadas a partir do ano de 2006. No mapeamento das mudanças ocorridas essas áreas correspondem a classe “recuperação” (Figura 4).

No mapa das mudanças ocorridas (Figura 4), as áreas degradadas do bioma Caatinga na bacia do rio Moxotó apresentaram aproximadamente 2.870,70 km². De acordo com Freire (2011), grande parte da degradação do bioma caatinga é ocasionada para suprir demandas energéticas e aberturas de novas áreas para pastagem.

Dessa forma, pressupõe-se que 80% da vegetação do bioma caatinga encontram-se modificadas, devido ao extrativismo e a agropecuária, apresentando-se a maioria dessas áreas em estádios iniciais ou intermediários de sucessão ecológica (ARAÚJO FILHO, 1996).

Contudo, a diminuição da vegetação de porte arbóreo é visível em toda a área da bacia do rio Moxotó, todos os municípios inseridos apresentam déficit de vegetação arbórea, o que põem em dúvida a efetivação dos planos de manejo florestal para as atividades extrativistas, principalmente para os produtores de carvão, no âmbito dessa região.

Nesse sentido, os impactos das variações climáticas ocasionados pelos Eventos ENOS podem estar interferindo na regeneração da caatinga, o que implica ainda a necessidade de adoção de práticas de manejo mais adequados e sustentáveis para a região.

Além disso, na bacia do rio Moxotó a exploração de madeira para comercialização e fabricação de carvão é uma das atividades rendáveis, sendo em alguns povoados a principal atividade econômica da população.

Sabendo-se, que os solos inseridos na bacia do rio Moxotó apresentam limitações e restrições quanto a ocupação e uso (SILVA et al., 1993), pode-se dizer que a persistência da ausência da cobertura caatinga corroborou para a estabilização de áreas degradadas, assim como o manejo inadequado de práticas de irrigação sem condições de drenagem contribuiu no aumento de solos salinizados (VASCONCELOS, 2013; CERQUEIRA, 2015; SILVA, 2014).

Como fica evidenciado, a salinização dos solos na bacia do rio Moxotó, especialmente no perímetro irrigado do Moxotó-PIMOX (Figura 3) é um problema grave de degradação ambiental, que precisa ser estudado, buscando-se meios de mitigá-lo ou mesmo evitá-lo.

Os solos na região semiárida são solos de áreas suscetíveis à desertificação (SANTANA, 2007; SILVA, 2009), possuem fragilidades e potencialidades (SILVA et al., 2001; ARAÚJO, FILHO et al., 2000; ARAÚJO, FILHO et al., 2014), que

dependendo de suas frações e horizontes, o mesmo solo poderá responder de forma diferenciada a um determinado impacto.

A degradação dos solos pela salinização leva à desertificação, processo comum nos climas áridos e semiáridos (SENTIS, 1996). A salinização se destaca como um grande potencial desencadeador da desertificação, pelo fato de dificultar a captação hídrica e de nutrientes do solo pela vegetação, causando desequilíbrio no desenvolvimento nas plantas e mortes destas, dificultando a distribuição de água no perfil dos solos, o que o torna estéril (SOUSA, 2015).

Com o mapeamento das mudanças ocorridas para o período de 21 anos (Figura 4) foi possível identificar na bacia do rio Moxotó, áreas degradadas com potenciais à desertificação. Conforme o estudo, essas áreas degradadas mantêm-se estáveis desde o ano de 1995 com a presença de solos nus, em alguns trechos com predominância de vegetação extremamente esparsa (Figura 5).

Nas áreas salinizadas com processo de recuperação há grande predominância de espécies exóticas *Prosopisjuliflora* (Figura 3), supõem-se que 80% das espécies arbóreas presentes nesses solos sejam da espécie *Prosopisjuliflora*, o que implica uma grande devastação da caatinga na região.

Estudos realizados por Santos e Diodato (2016), sobre a invasão de *Prosopisjuliflora*, no bioma caatinga, no município de Fernando Pedroza, Rio Grande do Norte, mostrou que a proliferação da *Prosopisjuliflora* está se constituindo um novo ecossistema formado apenas pelos seus indivíduos, contudo, afetando a biodiversidade da vegetação no bioma caatinga.

Na literatura existem muitas pesquisas referentes aos impactos negativos da proliferação da *Prosopisjuliflora*, sendo liberado o desmatamento dessa espécie na região semiárida, até mesmo para conter a diminuição na disseminação dela.

No entanto, em se tratando de áreas degradadas salinizadas, (Figura 3) a supressão dessas espécies devem ser repensadas. Os benefícios da *P juliflora* em áreas degradadas foram relatadas por Pasiecznik et al. (2004), conforme esses autores a planta controla e previne a erosão do solo, diminui e estabiliza dunas, melhora a fertilidade e reduz a salinidade do solo e aumenta o teor de matéria orgânica da camada superficial do solo.

Por outro lado, o desmatamento descontrolado do porte arbóreo dessa espécie na bacia do rio Moxotó, nas áreas degradadas, sem uma estratégia de recuperação do solo e reflorestamento da caatinga poderá corroborar ainda mais ao

desequilíbrio ambiental, principalmente nas áreas salinizadas, por serem mais susceptíveis a processos desertificativos.

5 CONCLUSÕES

A metodologia mostrou-se adequada na identificação e análise de áreas degradadas susceptíveis à desertificação no semiárido brasileiro. Com o estudo foi possível perceber o aumento da degradação do bioma caatinga.

Contudo, a estabilização de áreas degradadas, ao longo de 21 anos, com solos desnudos ou com vegetação predominantemente rala, sob influência de variações climáticas nos domínios de solos fragilizados, constitui áreas de alta potencialidade à desertificação.

A bacia do rio Moxotó apresenta-se aproximadamente com 900 Km² de áreas com potenciais à desertificação. Contudo, observa-se que as extensões de áreas propensas à desertificação estão situadas nas partes mais baixas da bacia do rio Moxotó. No Estado de Pernambuco essas áreas estão situadas no perímetro irrigado Ibimirim e Inajá

A supressão da algaroba, nas áreas degradadas nos domínios dos Planossolos, sem um plano de manejo, corrobora ainda mais na propensão à desertificação.

Contudo, a variabilidade climática acentua, na bacia do rio Moxotó, a susceptibilidade de áreas à desertificação, devido a supressão da caatinga e gestão insustentável dos solos e dos recursos hídricos na região.

REFERÊNCIAS

ABREU, C.F.N.L; BELFORT, L; BARBOSA, BELTRÃO, I.R. Avaliação da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó em Pernambuco Utilizando Geoprocessamento. In: **ANAIS XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Dados históricos- pluviométrico.** Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/metereologia/monitoramento-pluvio.php>> Acesso em: 22.set.2017.

APAC- Agência Pernambucana de Águas e Clima. Rio Moxotó. In: **Bacias hidrográficas.** Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=18>. Acesso em :11 de set. 2017.

ARAÚJO FILHO, J.C. et al. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco**, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.

ARAÚJO FILHO, J.C. et al. Solos In: **Geodiversidade do estado de Pernambuco** / Org. Fernanda Soares de Miranda Torres [e] Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff – Recife: CPRM, 2014. 282 p.; 30 cm + 1 DVD-ROM. Disponível in: <www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_pernambuco.pdf>. Acesso em: 17 set. 2016.



CERQUEIRA et al. Caracterização morfopedológica em topossequência - bacia do rio Moxotó - Sertão Pernambucano. In: **São Paulo. Anais.** 2015. Disponível em: http://www.evolvedoc.com.br/sbrh/detalhes-1126_caracterizacao-morfopedologica-em-toposseguencia-bacia-do-rio-Moxoto-sertao-pernambucano. Acesso em: 20/09/2017.

FLORENZANO, T.G. **Iniciação em sensoriamento remoto.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

FREIRE, N.C.F.; PACHÊCO, A.P. **Desertificação: análise e mapeamento.** Editora Universitária UFPE, 2011.

FREIRE, N. C. F. **Mapeamento e Análise Espectro-Temporal das Unidades de Conservação de Proteção Integral da Administração Federal no Bioma Caatinga.** 2015..

GRIGIO, M.A.; DIODATO, M.A.; AMARO, V.E. Determinação dos índices de vulnerabilidade e de geodiversidade do baixo curso do Rio Piranhas-Assu (RN). In: **Gestão Ambiental: caminhos para uma sociedade sustentável.** Márcia Regina Farias da Silva et al. São Paulo: Editora Livraria da física, 2013.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Softwares livres, Spring, Manuais, **Tutorial. Linguagem Legal**. Disponível em :<<http://www.inpe.br/spring>>. Acesso em 09 jun. 2016.

INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. INPE-CPTEC. **ENOS**. Cachoeira Paulista: CPTEC-INPE, 2016. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/#>>. Acesso em: 07 jul.2016.

INPE-DPI. **SPRING, Manual do usuário**, São José dos Campos, 1996. Disponível em:<<http://www.inpe.br/spring>>. Acesso em: 20 jun.2016.

JENSEN, J. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

KARNIELI, A. et al. AFRI-Aerosol free vegetation index. **Remote Sensing of Environment**, v. 77, n. 1, p. 10-21, 2001.

KUNDU, Arnab; DUTTA, Dipanwita. Monitoring desertification risk through climate change and human interference using remote sensing and GIS techniques. **International journal of geomatics and GeoSciences**, v. 2, n. 1, p. 21, 2011.



MAGALHÃES, A.R. Vida e seca no Brasil. In: NYS, E.; ENGLE, N. L.; MAGALHÃES, A. R. **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos-CGEE, 2016.

MARENGO, J.A.; CUNHA, A. P.; ALVES, Lincoln M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise**, v. 3, p. 1-6, 2016.

MARENGO, J.A. **Water and climate change. Estud.** São Paulo, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200006&lng=en&nrm=iso>. access on 24 Feb. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200006>.

NASCIMENTO, C.E.S. **Comportamento invasor da algarobeiraProsopisjuliflora (Sw) Dc. Nas planícies aluviais da caatinga**. 2008. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) –Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco.

NEGASH, S.G. **Spatial assessment of NDVI as an indicator of desertification in Ethiopia using remote sensing and GIS**. Master Thesis in Geographical Information Science, 2016.

NOBRE, C. **Mudanças climáticas e desertificação**: os desafios para o Estado brasileiro. In. LIMA, R.C.C.; CAVALCANTE, A.M.B.; MARIM, A.M.P. (Edt.). Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Campina Grande: ISNA/PB, 2011.

NOVO, E.M.L. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo:Blucher,2010.

NULL, J. **El Niño winter precipitation and temperature climatology**.2017. Disponível em: <http://ggweather.com/enso2016/us_elnino.html>.Acesso em 20 de Jan.2017.

OLIVEIRA, T.H.; GALVÍNIO, J.D. Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Moxotó–PE usando sensoriamento remoto termal. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, n. 2, p. 30-49, 2009.

PASIECZNIK, N.M. et al. **Identifying tropical Prosopis species: a field guide**. Coventry, England: HDRA Publishing, 2004.

PEDROSA, V; SANTOS, J; VIANNA, W. Diagnóstico das disponibilidades hídricas do rio Moxotó. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**, Gramado. Porto Alegre: ABRH, 1998.

Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

PEREIRA JÚNIOR, J.S. **Nova delimitação do semiárido brasileiro**. 2007.

PERNAMBUCO (ESTADO). **Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade Ambiental- SEMAS. Plano Estadual de mudanças climáticas**. 2011.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y.E. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação**. 1.ed. S. J. dos Campos: Parêntese. v.1, 2007. 135 p.

SA, I.B.; RICHE, G. R.; FOTIUS, G.A. As paisagens e o processo de degradação do semi-árido nordestino. **Embrapa Semiárido - Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2003.

SANTANA, M.O. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Brasília: MMA/SRH/UFPB, 2007.

SANTOS, J.P.S; DIODATO, M.A. Análise da invasão de *Prosopisjuliflora* (SW). DC na caatinga, município de Fernando Pedroza, Rio Grande do Norte. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2016.

SENTIS, I. **Soil salinization and land desertification. Soil degradation and desertification in Mediterranean environments.** Geoforma Ediciones. Logroño, Spain, 1996.

SHIMABUKURO, Y.E; PONZONI, F.J. **Mistura Espectral: Modelo linear e aplicações.** São Paulo: Oficina de textos, 2017.

SILVA, F. B. R. et al. **Zoneamento agroecológico de Pernambuco - Zape.** Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento (UEP), 2001. (Embrapa Solos. Documentos, n. 35). ZAPE Digital. 1 CD-ROM.

SILVA, H.P. da **Mapeamento das áreas sob risco de desertificação no semiárido de Pernambuco a partir de imagens de satélites.** Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. 153f. Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Ciências do Solo. Recife, 2009.

SILVA, J.D.G. et al. Distribuição de sais em área degradada do perímetro irrigado do Moxotó, Ibimirim–Pernambuco. In: **II Inovagriinternational meeting –fortaleza-Brasil (2014)**

SOUZA, Bartolomeu Israel de; ARTIGAS, Rafael Cámara; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de. **CAATINGA E DESERTIFICAÇÃO: Mercator** (Fortaleza), Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, Apr. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-22012015000100131&lng=en&nrm=iso>. Access em 20 de Mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.4215/RM2015.1401.0009>.

VASCONCELOS, R. et al. Características físicas de solos salino-sódicos do semiárido pernambucano em função de diferentes níveis de gesso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 12, 2013.

USGS -United States Geological Survey. **Using the USGS Landsat 8 Product.** Disponível em: https://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php. Acesso em: 20. agos.2017.