

Análise da susceptibilidade à desertificação nas áreas de entorno de reservatórios: uma observação no nordeste brasileiro

Pedro Paulo Lima Silva*, Jadson Freire da Silva**, Veríssimo Ribeiro Pinheiro Neto***, Filipe Daniel Dutra de Moraes****, Elisabeth Regina Alves Cavalcanti Silva*****

*Bacharel em Geografia (UFPE), Universidade Federal de Pernambuco, Brasil, pedropaulo.geografia@gmail.com,

**Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPE), Instituto Federal do Maranhão, Brasil, jadsonfreiresilva@gmail.com,

***Estudante da Universidade Federal de Pernambuco de Geografia/Bacharelado, verissimo.pinheiro@ufpe.br,

****Graduado em Ciências Contábeis

*****Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPE), Docente do Instituto Federal do Maranhão, Brasil, elisabeth.silva@ifma.edu.br Received 10 November; accepted 19 December.

Resumo

Frente à relevância do âmbito hidrológico, à credibilidade dos métodos científicos e à necessidade de se obter novos produtos em ambientes de interesse, o objetivo deste artigo é analisar a susceptibilidade a desertificação áreas de entorno de reservatórios, tendo como área experimental o entorno dos reservatórios do município de Serra Talhada (Pernambuco). O esquema teórico da Análise Hierárquica de Processos (AHP) foi executado para obtenção das informações. Mesmo havendo fora do município áreas com potencial maior a desertificação, não se observa classes de alta suscetibilidade na região de interesse, resumindo-se em classes voltadas ao “Baixo” (63,4%) e sua classe intermediária (33,3%), estando em percentual predominante na área de estudo experimental (Baixo – 96,1%). Apenas na porção Sudoeste do município e em seus arredores limítrofes que as classes se demonstram ligeiramente elevadas frente as predominantes. A exposição de áreas que estão passíveis a desertificação no Nordeste do Brasil e em Pernambuco pode auxiliar no planejamento estratégico das gestões, como também nos aspectos territoriais, ambientais e socioeconômicos.

Palavras-chave: desertificação, AHP, Nordeste do Brasil.

Analysis of susceptibility to desertification in areas surrounding reservoirs: an observation in northeastern Brazil

Abstract

Considering the relevance of the hydrological field, the credibility of scientific methods and the need to obtain new products in environments of interest, the aim of this article is to analyze the susceptibility to desertification of areas surrounding reservoirs, using the area surrounding the reservoirs in the municipality of Serra Talhada (Pernambuco) as the experimental area. The theoretical framework of Hierarchical Process Analysis (HPA) was used to obtain the information. Even though there are areas outside the municipality with a greater potential for desertification, there are no high susceptibility classes in the region of interest, which are summarized as "Low" (63.4%) and its intermediate class (33.3%), with a predominant percentage in the experimental study area (Low - 96.1%). It is only in the south-western part of the municipality and its surrounding areas that the classes are slightly higher than the predominant ones. The exposure of areas that are susceptible to desertification in the Northeast of Brazil and in Pernambuco can help in strategic management planning, as well as in territorial, environmental, and socio-economic aspects.

Keywords: desertification, AHP, Northeast Brazil.

1 Introdução

Os avanços existentes sobre o território brasileiro, ao longo das últimas décadas, modificaram as dinâmicas ambientais e naturais presentes no país. Desta forma, os diferentes biomas encontrados no Brasil e suas respectivas faunas e floras ficaram expostos ao que, no pretérito, fora denominado “desenvolvimento econômico”. As grandes cidades, predominantemente instaladas no litoral, e os diversos usos da terra para monocultivos e agropecuária extensiva são exemplos notados de norte a sul do Brasil (Oliveira et al., 2011). A região do nordeste brasileiro, que mantém, além de uma variada faixa climática, o maior território semiárido do país, também foi alvo desses avanços. Pelas características marcantes existentes nas zonas semiáridas e sua fragilidade frente a outros ambientes com maior disponibilidade hídrica (Araújo E Sousa, 2011), um manejo eficiente dos solos, somado a políticas públicas que auxiliem a gestão dessas áreas, é de suma relevância.

Observando os cenários de constantes modificações no meio ambiente, o Estado brasileiro tem se mostrado presente na composição de informações que buscam orientar, recomendar, exigir, proteger e conservar uma gama de aspectos concernentes ao uso e ocupação do solo, constituindo leis e resoluções consideradas como das mais avançadas e completas do globo (CONJUR, 2011; Rocha, 2020). Busca-se, a partir desses documentos, uma harmoniosa relação entre o homem e o meio, para que haja a possibilidade de um desenvolvimento sustentável; isto é, que as necessidades antrópicas não sejam sanadas mediante a destruição plena do ambiente natural. Os recursos hídricos superficiais e subsuperficiais incluem-se nesse escopo como elementos indispensáveis à manutenção da vida na Terra; é em função de tais recursos que as populações se fixam nas regiões e/ou conseguem extrair suas fontes de renda em diferentes setores econômicos. Por conseguinte, ao longo da história da atividade humana, a relação dos assentamentos e, então, das cidades com o abastecimento humano e os usos

múltiplos da água se fez criar a necessidade de construção de reservatórios artificiais de variados portes para a gestão hídrica territorial.

A legislação ambiental ampara plenamente os recursos hídricos, sejam eles litorâneos ou interiores. Grandes rios e seus derivados, faixas litorâneas e a chamada “Amazônia Azul” são abarcados por legislações que dão seguridade territorial ao Brasil frente a outros países, bem como fornecendo diretrizes de uso das águas para os brasileiros jurídicos ou físicos. Mesmo com diversas críticas em algumas de suas composições, as resoluções do CONAMA e do Código Florestal são importantes exemplos de legislações que auxiliam na proteção do meio ambiente e dos recursos hídricos, as quais também contemplam, por sua vez, diretrizes de construção, uso e conservação de reservatórios (CONAMA, 2002AB).

Em concomitância, observa-se a comunidade científica participando e auxiliando na composição legislativa, no monitoramento, na análise e na verificação dos ambientes naturais, sendo pioneira em alertar as consequências das mudanças antrópicas em micro ou macro escala (IPCC, 2021). A utilização de metodologias tradicionais, em conjunto com aquelas advindas com a tecnologia moderna, provém, à ciência, fidedignidade para o acompanhamento de setores que transcendem não somente o meio ambiente, mas as suas relações com a economia, política, população e educação. A Análise Hierárquica de Processos (AHP), por exemplo, moldou-se como importante contribuição científica para observação e auxílio na tomada de decisão das estruturas de múltiplas facetas, sendo utilizada até os dias atuais, facilitando pensamentos para a construção de cenários complexos e determinísticos (Özkan et al., 2020).

Em conjunto com as geotecnologias, a AHP promoveu informações na administração-gerenciamento (Rocha et al., 2016, Sophia E Sarno, 2019) e engenharias (Promentilla et al., 2018). No meio ambiente e hidrologia, as pesquisas de Abreu et al.

(2000) para a escolha de um programa de controle de qualidade de água, Swain *et al.* (2020) mapeando as áreas de inundação e Akter e Ahmed (2015) verificando potenciais áreas de captação de chuva em ambientes de déficit hídrico, são exemplos de como a metodologia consegue se moldar a diferentes objetivos e atingir os resultados que as compete.

Frente à relevância do âmbito hidrológico, à credibilidade dos métodos científicos e à necessidade de se obter novos produtos em ambientes de interesse, o objetivo deste artigo é analisar a susceptibilidade a desertificação áreas de entorno de reservatórios, tendo como área experimental o entorno dos reservatórios do município de Serra Talhada (Pernambuco).

2 Material e métodos

2.1 Área de estudo

A área de estudo experimental inclui-se na região de Serra Talhada, município localizado na microrregião do Pajeú pernambucano (Figura 1).

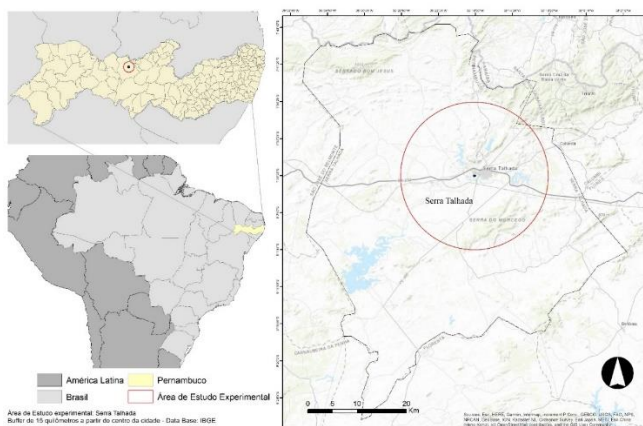


Figura 1 – Município de Serra Talhada/Pernambuco

A Figura 2 demonstra uma área experimental partindo do centro da cidade de Serra Talhada, em um raio de 15 quilômetros (706,08 quilômetros quadrados); através dessa distância estabelecida, foi possível abarcar os 3 reservatórios da região (córrego Luanda, o Açude Borborema e o Açude do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA). O córrego Luanda e o açude Borborema têm múltiplos usos, sendo o principal o

abastecimento humano. O açude do IPA mantém usos voltados à pesquisa, à pesca, ao cultivo e ao beneficiamento (CPRM, 2005).

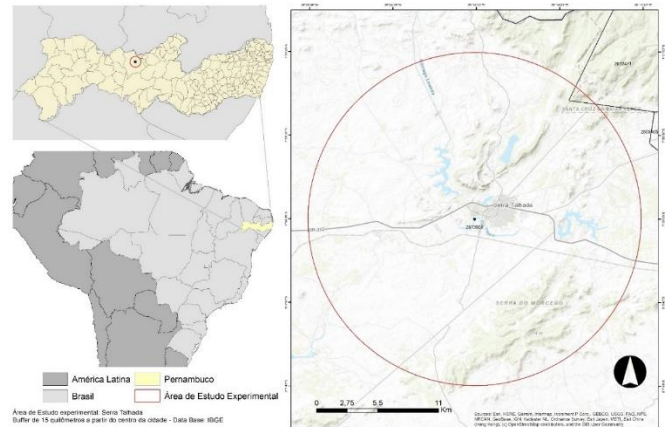


Figura 1 – Área de Estudo Experimental de Serra Talhada.

A área em questão apresenta solos rasos e drenados, com os Luvisolos estando em maior domínio, e vegetação composta pela Caatinga Hiperxerófila junto a situações de floresta caducifólia. O município de Serra Talhada é banhado pelo rio Pajeú e pelos três reservatórios supramencionados, sendo um dos mais importantes municípios do semiárido, com IDH de 0,661, o 19º do Estado entre 185 catalogados (IBGE, 2010).

2.2 Análise da suscetibilidade à desertificação

O esquema teórico da Análise Hierárquica de Processos (AHP) foi desenvolvido por Saaty (1987) e auxilia a tomada de decisão das estruturas de múltiplas camadas onde diversas situações e cenários são observados e considerados. Utilizou-se o AHP para o desenvolvimento da análise em questão.

Sendo alvo diariamente de modificações antrópicas, as exposições dos solos em conjunto a outros fatores podem contribuir no aparecimento de novas regiões propícias a desertificação (DOMINGUES, 2019). O desmatamento, o avanço das cidades e a expansão da área agrícola e de pastagens são atividades comuns que motivam a fragilidade do solo (PÉREZ-MARIN *et al.*, 2012) e a preocupação em mapear essas áreas emergem importantes uma vez que se percebe

diversas dificuldades de manejo e de vivência em ambientes desérticos. Para o desenvolvimento da análise a suscetibilidade a desertificação, adotou-se metodologia aplicada por Ferreira *et al.* (2017) e Ferreira *et al.* (2014).

O clássico índice de Aridez (IA) (Equação 1) derivado do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955) foi utilizado para composição do mapeamento da suscetibilidade à desertificação. A utilização dessa equação é recomendada pela Convenção de Combate à Desertificação para identificação de locais suscetíveis (UNCCD, 1994).

$$IA = 100 * \left(\frac{P}{ET_o} \right) \quad (1)$$

Tabela 1 – Classes e atributos ambientais referentes à análise de suscetibilidade a desertificação

Grau de suscetibilidade a Desertificação	Notas	Classes e atributos ambientais					
		Geomorfológico		Pedológico	Uso da terra	Índice de Aridez	
		Declividade (°)	Relevo	Classe de solos	Classes de Uso	Intervalos	Tipologia Climática
Muito Baixa	1	< 3	Plano	Latossolo Amarelo e Neossolos Flúvicos	Savana Estépica Florestada	Acima de 0,65	Subúmido Úmido / Úmido
Baixa	3	3 a 8	Suave ondulado	Argissolos	Savana Estépica Arborizada	0,55 a 0,65	Subúmido Seco
Média	5	8 a 20	Moderadamente ondulado a Ondulado	Planossolos e Luvisolos	Savana Estépica Parque	0,21 a 0,54	Semiárido
Alta	7	20 a 45	Fortemente ondulado	Cambissolos	Savana Estépica Gramíneo-lenhosa	0,21 a 0,54	Semiárido
Muito Alta	9	acima de 45	Montanhoso	Neossolos Regolítico, Neo. Quartizarênico; Neo. Litólicos.	Agropecuária	0,05 a 0,20	Árido

Em conjunto aos critérios expostos na Tabela 1, a Tabela 2 apresenta a derivação de pesos referentes à análise em questão. Nota-se que os critérios de julgamentos estão com

Onde:

IA é o Índice de Aridez

P é a precipitação média anual

ET_o é a evapotranspiração potencial calculada segundo Thornthwaite & Mather (1955)

Além do Índice de Aridez, variáveis geomorfológicas (Declividade e Relevo), pedológica (Classe de solos), de Cobertura da terra e de Uso do solo são utilizados (Tabela 1) para a configuração do mapeamento, adotando-se procedimentos propostos por Ferreira *et al.* (2014; 2017).

uma Razão de Consistência dentro do recomendado por Saaty (1987).

Tabela 2 – Derivação de pesos referentes a análise de suscetibilidade a desertificação (AHP)

AHP	Aridez z	Us o	Solo s	Declividade e	Relev o	Peso s
Aridez	1,0	3,0	3,0	7,0	7,0	0,46
Uso	0,3	1,0	3,0	5,0	5,0	0,26
Solos	0,3	0,3	1,0	5,0	5,0	0,18
Declividade	0,1	0,2	0,3	1,0	1,0	0,05
Relevo	0,1	0,2	0,3	1,0	1,0	0,05
Informações	CR	0,06	λ_{max}	5,19	RI	1,12

Tratando-se de um índice que leva em consideração fatores de clima e temperatura, o Índice de Aridez teve um julgamento de maior importância frente aos outros parâmetros (Tabela 2). O fundamento de derivação dos pesos para a análise de suscetibilidade a desertificação continua com as Classes de solos e os atributos de Uso e ocupação em importâncias de cunho médio devido aos solos serem ou não propícios a regeneração ou fragmentação mediante atividades antropogênicas.

Por fim, declividade e relevo mantêm os menores pesos, uma vez que se notam regiões em desertificação em áreas planas ou de relevo acidentado.

Os atributos citados anteriormente acompanham as pesquisas de Cavalcanti-Silva *et al.* (2011) e Soares *et al.* (2017).

3 Resultados e discussão

As relações edafoclimáticas para a região de Serra Talhada como a área experimental de pesquisa são expostas nas Figuras 3 e 4. Entende-se como informação edafoclimática a precipitação, temperatura, índice de aridez, declividade, uso e cobertura e solos.

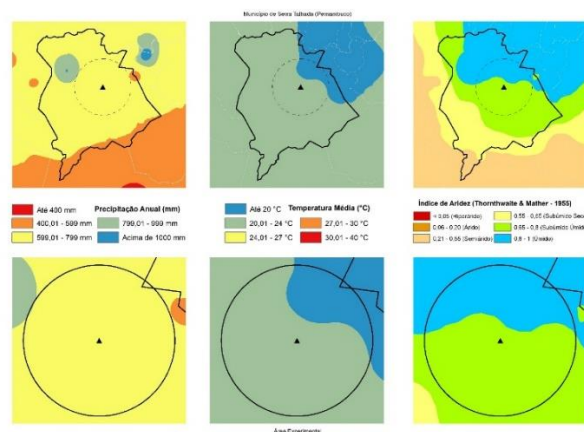


Figura 3 Informações sobre precipitação (MM), temperatura (°C) e índice de aridez.

Tabela 3 – Percentual e distribuição de precipitação anual para os ambientes pesquisados

Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km²)	2922,99	706,08
Até 400 (mm)	0 %	0 %
400,01 - 599 (mm)	7,1 %	0 %
599,01 - 799 (mm)	87,2 %	99,9 %
799,01 - 999 (mm)	5,6 %	0,1 %
Acima de 1000 (mm)	0,1 %	0 %

Tabela 4- Percentual e distribuição da temperatura média anual para os ambientes pesquisados

Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Até 20 (° Celsius)	10,9 %	20,9 %
20,01 - 24 (° Celsius)	89,1 %	79,1 %
24,01 - 27 (° Celsius)	0 %	0 %
27,01 - 30 (° Celsius)	0 %	0 %
Acima de 30 (° Celsius)	0 %	0 %

Tabela 5 Percentual e distribuição do índice de aridez (Thorthwalte & Mather, 1955) para os ambientes pesquisados

Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Hiperárido	0 %	0 %
Árido	0 %	0 %
Semiárido	2,9 %	0 %
Subúmido Seco	22,1 %	0 %
Subúmido Úmido	44,5 %	61,9 %
Úmido	30,3 %	38,1 %

Observando a Figura 3 e as Tabelas 3, 4 e 5 percebe-se que as características climatológicas locais têm algumas predominâncias. Para a precipitação, verifica-se que grande maioria do município se mantém no intervalo de 599-799 mm/ano (87,2%) seguidos do intervalo de 400-599 mm (7,1%) e 799-999 mm (5,6%), respectivamente. Semelhante às informações de precipitação, a temperatura no intervalo de 20 – 24 graus é predominante na região de Serra Talhada (89,1%) seguida temperaturas de até 20 graus (10,9%). As informações acerca do perímetro experimental acompanharam as grandes áreas, visto que sobre a precipitação, a predominância foi do intervalo de 599,01 – 799 (99,9%) enquanto na temperatura, mesmo havendo uma menor amplitude da predominância, o intervalo de 20,01 – 24 (79,01%) manteve-se em destaque sobre o de Até 20 graus (20,9%).

No município em pesquisa, o Índice de Aridez manteve distribuições equilibradas enquanto intervalos estimados. Constata-se a partir da Tabela 27 que a classe “Subúmido Úmido” tem o maior percentual (44,5%), contudo, nota-se a classe “Úmido” (30,3%) a nordeste da região e ao sudoeste as classes “Subúmido Seco” (22,1%) e “Semiárido” (2,9%). Na área experimental, há a predominância de duas classes, a “Subúmido úmido” (44,5%) e a Úmido (30,3%).

As informações sobre aspectos edafológicos são apresentadas através da Figura 4 e Tabelas 6, 7 e 8.

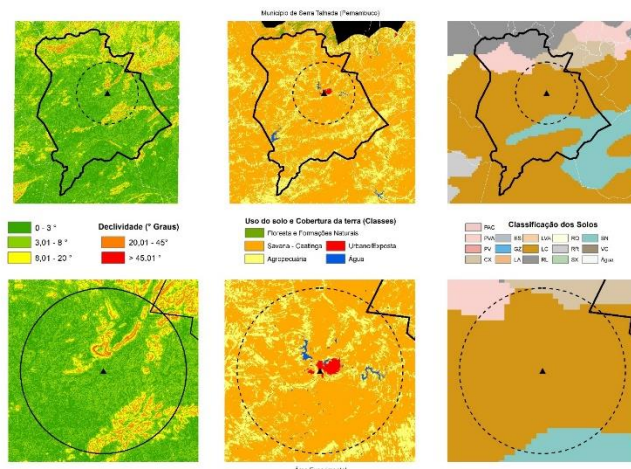


Figura 4 Informações sobre declividade (°), uso do solo e cobertura da terra e solos.

Tabela 6 – Percentual e distribuição da declividade para os ambientes pesquisados

Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Até 3° de declividade	45,2 %	43,4 %
3 a 8 ° de declividade	39,7 %	40,4 %
8 a 20 ° de declividade	11,6 %	11,9 %
20 a 45 ° de declividade	3,5 %	4,2 %
Acima de 45 ° de declividade	0 %	0,1 %

Tabela 7- Percentual e distribuição dos Usos e Cobertura da Terra para os ambientes pesquisados.

Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Floresta e Formações Naturais	0,1 %	0 %

Formação Savânica – Caatinga	75,1 %	78,3 %
Atividades Agropecuárias generalizadas	23,9 %	19,5 %
Área não vegetada e Infraestrutura Urbana	0,3 %	1,4 %
Ambientes Hídricos - Água	0,6 %	0,9 %

Tabela 8 – Percentual e distribuição dos solos para os ambientes pesquisados

Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Planossolos	13,6 %	5,7 %
Neossolos	9,6 %	0 %
Luvisolos	64,9 %	89,4 %
Cambissolos	3,3 %	2,9 %
Argissolos	8,6 %	1,9 %

A partir das informações da Tabela 6 (Figura 4), é possível constatar que a predominância do município e da área experimental sobre a declividade está amparada pelos relevos planos (45,2%; 43,4%) e suave ondulados (39,7%; 40,4%). Não há regiões denominadas "montanhosas" (acima de 45° de declividade), contudo, ambientes de ondulados e fortemente ondulados são observados entre as áreas (Ondulado: 11,6% e 11,9%; fortemente ondulado: 3,5%; 4,2%, respectivamente). Considerando os usos do solo e coberturas da Tabela 18, os de maiores percentuais são o de Formação Savânica – Caatinga (75,1%; 78,3%) e atividades agropecuárias (23,9%; 19,5%).

Mesmo com uma maior distribuição percentual quando comparada a outros atributos descritos na pesquisa, os atributos dos solos presentes na região têm os Luvisolos com alta predominância (64,9%; 89,4) seguido de classes como os Planossolos, Neossolos, Argissolos e Cambissolos, porém sem expressividade quando comparada aos Luvisolos. A seguir a Figura 5 junto a Tabela 9 apresenta as compilações de

informações acerca das análises das susceptibilidades e potencialidades para a região de Serra Talhada.

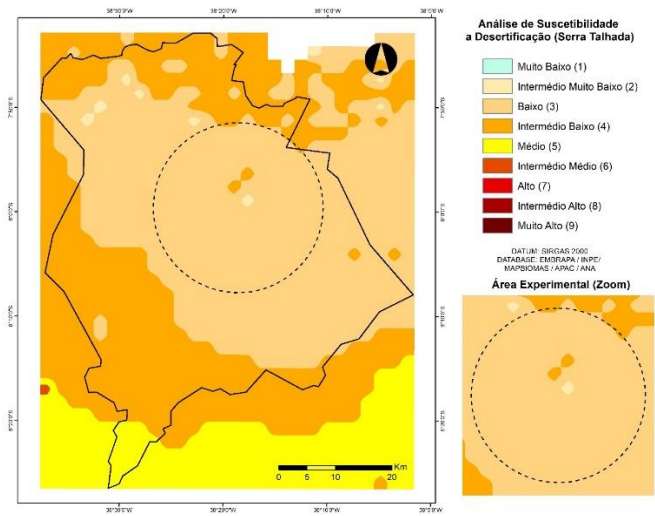


Figura 5- Análise de suscetibilidade a desertificação do município de Serra Talhada (Pernambuco).

Tabela 9 – Distribuição percentual das classes relacionadas a suscetibilidade a desertificação

Região	Serra	Experimental
Área (Km²)	2922,99	706,08
Intermédio Muito Baixo (2)	1,1 %	0,8 %
Baixo (3)	63,4 %	96,1 %
Intermédio Baixo (4)	33,3 %	3,1 %
Médio (5)	2,1 %	0 %

A partir da Figura 5 nota-se que a espacialização das classes relacionadas a suscetibilidade a desertificação se intensifica de Norte para Sul. Mesmo assim, não se observa classes de alta suscetibilidade na região de interesse, resumindo-se em classes voltadas ao “Baixo” (63,4%) e sua classe intermediária (33,3%), estando em percentual predominante na área de estudo experimental (Baixo – 96,1%). Apenas na porção Sudoeste do município e em seus arredores limítrofes que as classes se demonstram ligeiramente elevadas frente as predominantes.

Ademais, as sobreposições de dados que concebem produtos como os de análise de desertificação, fragilidades e/ou potencialidades ambientais entregam novas perspectivas analíticas e contribuem para pensamentos nos vieses políticos, econômicos, sociais e ambientais. Os estudos sobre desertificação e a presença de núcleos no semiárido brasileiro, por exemplo, foram discutidos e datados em fotografias por Lopes e Soares (2016) sendo ampliado por pesquisas de Santos e Galvínio (2013), Ferreira *et al.* (2014; 2017), Santos *et al.* (2017) e Figueiredo *et al.* (2021).

Analisando a Figura 5, nota-se a presença predominante das classes “baixo e intermédio baixo”. Na região experimental (que mantém ambientes hídricos incluídos), a classe “baixo” é dominante enquanto na porção sul - sudoeste a classe aumenta em relação a suscetibilidade a desertificação, alcançando a classe “médio”. Santos e Galvínio (2013) estudando em área próxima à da pesquisa, obteve resultados semelhantes, no qual, entre os 29 municípios observados, predominam as classes “baixo” e “médio”. Estudando uma bacia hidrográfica em ambiente semiárido de Pernambuco, Ferreira *et al.* (2014) relacionaram as áreas que eram susceptíveis a erosão com a possibilidade de desertificar-se; desta forma, os pesquisadores observaram percentuais de áreas susceptíveis à desertificação superiores aos da pesquisa em questão e a de Santos e Galvínio (2013).

Santos *et al.* (2017) projetaram através de cenários climáticos a suscetibilidade a desertificação do estado de Pernambuco (2010-2099) obtendo a classe “alta” para parte da região litorânea, todo agreste e sertão meridional, como justificativa o estudo associou o resultado ao possível aumento de desmatamento e a alteração da vegetação natural por outros cultivos. A análise de Ferreira *et al.* (2017) em uma bacia hidrográfica com quatro cidades incluídas em região semiárida e próxima ao rio São Francisco teve predominância de classes “muito baixa” e “baixa”, indo de encontro com as classes observadas no estudo.

A pesquisa enquanto metodologia e seus procedimentos se mantém junto aos escritos encontrados na literatura, podendo ser replicada para outros locais caso seja necessário. A exposição de áreas

que estão passíveis a desertificação no Nordeste do Brasil e em Pernambuco pode auxiliar no planejamento estratégico das gestões, como também nos aspectos territoriais, ambientais e socioeconômicos. As áreas de entorno de reservatório, *locus* experimental da pesquisa, recebe através dos processos metodológicos do AHP.

4 Conclusões

Frente ao objetivo da pesquisa, que visa analisar a susceptibilidade a desertificação nas áreas de entorno de reservatórios, contribuindo, assim, para a reflexão sobre o tema, observa-se a tangibilidade e a possibilidade de metodologias para a realização do estudo, desde que haja dados disponíveis, capazes de extrair informações de interesse de ambientes do entorno de reservatórios, podendo tais informações serem de diferentes escalas. A extração de dados abarcou relevantes temas socioeconômicos e edafoclimáticos, que propiciará à gestão política e os *stakeholders* públicos um cenário de decisões favorável e mais eficaz.

Sobre os resultados obtidos, nota-se que estes acompanham (enquanto classificações e predominâncias) a literatura existente para a grande área – a região semiárida – em questão. Na região experimental (que mantém ambientes hídricos incluídos), a classe "baixo" é dominante enquanto na porção sul - sudoeste a classe aumenta em relação a suscetibilidade a desertificação, alcançando a classe "médio". Não se observa classes de alta suscetibilidade na região de interesse, resumindo-se em classes voltadas ao "Baixo" (63,4%) e sua classe intermediária (33,3%), estando em percentual predominante na área de estudo experimental (Baixo – 96,1%). Apenas na porção Sudoeste do município e em seus arredores limítrofes que as classes se demonstram ligeiramente elevadas frente as predominantes.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal de Pernambuco pela estrutura fornecida para a pesquisa e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE).

Referências

- Abreu, L. de et al. Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do Método AHP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [online], 4, 257-262, 2000.
- Akter, Aysha.; Ahmed, Shoukat. Potentiality of rainwater harvesting for an urban community in Bangladesh. *Journal of Hydrology*, 528(), 84–93, 2015.
- Araújo, C.; Sousa, A. Estudo do processo de desertificação na Caatinga: uma proposta de educação ambiental. *Ciência & Educação* (Bauru), 17(4), 975-986, 2011.
- Cavalcanti Silva, E.R.; Melo, J.G.; Galvêncio, J.D. Identificação das Áreas Suscetíveis a Processos de Desertificação no Médio Trecho da Bacia do Ipojuca - PE Através do Mapeamento do Estresse Hídrico da Vegetação e da Estimativa do Índice de Aridez. *Revista Brasileira de Geografia Física* 03, 629-649, 2011.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 302/2002 - Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Data da legislação: 20/03/2002 - Publicação DOU nº 090, de 13/05/2002, págs. 67-68. 2002A. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=299
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 303/2002 - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. - Data da legislação: 20/03/2002 - Publicação DOU nº 090, de 13/05/2002, pág. 068. 2002B. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=298
- CONJUR - Consultor Jurídico. Legislação ambiental é uma das mais avançadas. 2020. <https://www.conjur.com.br/2011-mai-08/especialista-legislacao-ambiental-avancadas>
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2005. Diagnóstico do Município de Serra Talhada – PE. Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife – PE, 22 p. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/SETA148.pdf>. Acesso em: 24/07/2021
- Domingues, F. Desertificação atinge 13% do semiárido brasileiro e ameaça conservação da caatinga. G1, 2019. Disponível em: <

- <https://g1.globo.com/natureza/desafio-natureza/noticia/2019/08/20/desertificacao-atinge-13percent-do-semiarido-brasileiro-e-ameaca-conservacao-da-caatinga.ghtml>>. Acesso em: 28/08/2021
- Ferreira, P. DOS S.; SantoS, A. M. Dos; Ferreira, J. M. S. Ferreira, H. DOS S.; Galvêncio, J. D. Análise da suscetibilidade a desertificação na bacia hidrográfica do rio pontal–Pernambuco-Brasil. *Investig. Geográficas*, 37-50, 2017.
- Ferreira, P.S.; Gomes, V.P.; Santos, A.M.; Morais, Y.C.B.; Miranda, R.Q.; Ferreira, J.M.S.; Galvêncio, J.D. Análise do cenário de suscetibilidade à desertificação na bacia hidrográfica do rio Pajeú. *Estado de Pernambuco. Scientia Plena*, 10(10), 1-11, 2014.
- Ferreira, P.S.; Santos, A.M.; Ferreira, J.M.; Ferreira, H.S.; Galvêncio, J.D. Análise da suscetibilidade à desertificação na bacia hidrográfica do rio pontal - Pernambuco - Brasil. *Investig. Geogr. Chile*, 53: 37-50, 2017.
- Figueiredo, J.B.; Amaral, E.D.; Santos, R.M.; Oliveira, R.P.; Vicente, M.R. Suscetibilidade à desertificação na microrregião de salinas, norte de Minas Gerais. *Revista de Geografia (Recife)*, 38, 2021.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População no último censo e Índice de Desenvolvimento Humano - IDH: IBGE, Censo Demográfico Serra Tabalhada 2010. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/serra-tabalhada/panorama> >. Acesso em: 24/07/2021.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis. 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Lopes, L.S.; Soares, C.S. Suscetibilidade À Desertificação Das Terras Secas De Gilbués (Estado Do Piauí) E Cabrobó (Estado Do Pernambuco), Nordeste Do Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, vol. 1, núm. 56, pp. 307-323, 2016.
- Oliveira, R de et al. Desmatamento e crescimento econômico no Brasil: uma análise da curva de Kuznets ambiental para a Amazônia legal. *Revista de Economia e Sociologia Rural* [online]. 2011, 49, [Acessado 13 Setembro 2021] , pp. 709-739.
- Özkan, B.; Dengiz, O.; Turan, İD. Site suitability analysis for potential agricultural land with spatial fuzzy multi-criteria decision analysis in regional scale under semi-arid terrestrial ecosystem. *Sci Rep*, 16;10(1):22074, 2020.
- Perez-Marin, A. M.; Cavalcante, A. M. B.; Medeiros, S. S.; Tinoco, L. B. M.; Salcedo, I. H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: Ocorrência natural ou antrópica? *Parcerias Estratégicas*, 17, 87-106, 2012
- Promentilla, M.; Aviso, K.; Lucas, R.; Razon, Luis F.; Tan, Raymond R. Teaching Analytic Hierarchy Process (AHP) in undergraduate chemical engineering courses. *Education for Chemical Engineers*, 23(0), 34–41, 2018.
- Rocha, P. M. Da.; Barros, A. P. De.; Silva, G. B. Da.; Costa, H. G. Analysis of the operational performance of brazilian airport terminals: A multicriteria approach with De Borda-AHP integration. *Journal of Air Transport Management*, 51, 19–26, 2016.
- Rocha, V.C.S. A Legislação Ambiental no Brasil é avançada, mas e daí?. *Ecodebate*, 2020.
- Saaty, R.W. The analytic hierarchy process—What it is and how it is used. *Math. Model*, 9, 161–176, 1987.
- Santos, A.M.; Galvêncio, J.D. Mudanças climáticas e cenários de suscetibilidade ambiental à desertificação em municípios do estado de Pernambuco. *OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia*, 5(13):66-83, 2013.
- Santos, T. Projeção da suscetibilidade a desertificação em Pernambuco utilizando o modelo HADGEM-ES. *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S.l.],
- Soares, D. B.; Nóbrega, R. S.; Mota Filho, F. De O. Mapeamento do percentual de solo exposto em área suscetível à desertificação em Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Cartografia*, 69, 8 ago. 2017.
- Sophia, G.; Sarno, Riyanarto. Ahp-Topsis for analyzing job performance with factor evaluation system and process mining. *TELKOMNIKA*, vol.17, No.3, June 2019, pp.1344~1351
- Swain, K.C.; Singha, C.; Nayak, L. Flood Susceptibility Mapping through the GIS-AHP Technique Using the Cloud. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2020, 9, 720.
- Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R. *The Water Balance*. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Technology, 1955.
- UNCCD. United Nations Convention to Combat Desertification: Edição Brasileira. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 1994.