



FRAGILIDADE AMBIENTAL DOS SOLOS NO SEMIÁRIDO DO ESTADO DE PERNAMBUCO: PROBLEMÁTICA A LUZ DA EROSÃO E DA SALINIZAÇÃO

Samuel Alves dos Santos¹
Francelita Coelho Castro²
Antonio Marcos dos Santos³
Ivanilton José de Oliveira⁴

RESUMO

A contribuição do processo de erosão e salinização dos solos para o desenvolvimento da desertificação nas regiões secas não pode ser descartado, pois, são os dois principais problemas de degradação dos solos. E a susceptibilidade ambiental ao desenvolvimento de tais processos contribuem com a fragilidade ambiental dos solos no semiárido brasileiro. O presente trabalho propõe mapear a fragilidade dos solos e analisar a combinação de fatores que expõem a fragilidade dos solos localizados no município de Lagoa Grande, Pernambuco. Para realização do estudo, foram necessárias duas etapas: a primeira, as cartas de susceptibilidade à erosão e à salinização. Para isso, foram mapeados os atributos: solo; uso e cobertura das terras; relevo; erosividade e geologia. Os dois últimos atributos somente foram utilizados para confecção da carta de erosão e os três primeiros foram utilizados tanto para erosão como para salinização. Após mapeamento dos atributos, os mesmos foram cruzados com auxílio das geotecnologias na segunda etapa que foi a confecção da carta de fragilidade dos solos. Os resultados apontam que as maiores fragilidades dos solos no município de Lagoa Grande-PE estão localizados no sudeste do município. Região que intercala as áreas mais elevadas com presença de áreas planas, solos susceptíveis a erosão e também a salinização culminando nas combinações que contribuem para maior fragilidade no município. Assim ressalta-se a necessidade de um melhor acompanhamento do crescimento das áreas de perímetro irrigado do município de preferência ligados ao processo desenfreado de desmatamento da caatinga.

Palavras-chave: Desertificação, Geoprocessamento, Processo erosivo, Acúmulo de sais, Problemas ambientais.

RESUMEN

No se puede descartar la contribución del proceso de erosión y salinización del suelo al desarrollo de la desertificación en las regiones secas, ya que son los dos principales problemas de degradación del suelo. Y la susceptibilidad ambiental al desarrollo de tales procesos contribuye a la fragilidad ambiental de los suelos en la región semiárida brasileña. El presente trabajo propone mapear la fragilidad de los suelos y analizar la combinación de factores que exponen la fragilidad de los suelos ubicados en el municipio de Lagoa Grande, Pernambuco. Para realizar el estudio

¹ Doutorando em Geografia da Universidade Federal de Goiás – UFG, geografosamuelsantos@gmail.com;

² Doutoranda em Geografia da Universidade Federal do Ceará - UFC, francelitacastro@gmail.com;

³ Docente do Curso de Geografia da Universidade de Pernambuco - UPE, geo_fisica@yahoo.com.br;

⁴ Docente do Curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás- UFG, oliveira@ufg.br;



fueron necesarios dos pasos: el primero, mapas de susceptibilidad a la erosión y la salinización. Para ello, se mapearon los atributos: suelo; uso y cobertura de la tierra; alivio; erosividad y geología. Los dos últimos atributos solo se usaron para hacer la tabla de erosión y los tres primeros se usaron tanto para la erosión como para la salinización. Luego de mapear los atributos, se cruzaron con la ayuda de geotecnologías en la segunda etapa, que fue la elaboración del cuadro de fragilidad del suelo. Los resultados muestran que las mayores debilidades de los suelos en el municipio de Lagoa grande-PE se ubican en el sureste del municipio. Región que fusiona las zonas altas con presencia de zonas planas, suelos susceptibles a la erosión y también a la salinización, culminando en combinaciones que contribuyen a una mayor fragilidad en el municipio. Así, se destaca la necesidad de un mejor seguimiento del crecimiento de las áreas irrigadas en el municipio, preferentemente vinculado al desenfrenado proceso de deforestación en la caatinga.

Palabras clave: Desertificación; Geoprocesamiento, Proceso erosivo, acumulación de sales, Problemas ambientales.

INTRODUÇÃO

A desertificação é a degradação das terras situadas em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, provocada por ações antrópicas e/ou variações na dinâmica climática (D'ODORICO *et al.*, 2012; UNCCD, 2017). No Brasil as áreas mais susceptíveis à desertificação estão localizadas na região Nordeste.

Diferentes sistemas ambientais são atingidos por degradação no desenvolvimento do processo de desertificação, mas os solos recebem destaque na contribuição para esse processo. É fato que, em praticamente todas as áreas susceptíveis à desertificação, ou já em estado avançado, há presença de degradação dos solos, por perda ocasionada pela erosão. Dessa forma, a erosão dos solos tem efeito diretamente no processo de desertificação (KARAVITISA *et al.*, 2020).

Outro problema relacionado a degradações dos solos no semiárido brasileiro é a salinização dos solos, a qual atinge mais de 30% das áreas com agricultura irrigada nas terras secas do Brasil. Contribuindo para a desertificação em regiões secas, tanto à erosão como à salinização são resultantes da combinação de múltiplos fatores que vão desde ações antrópicas as características dos sistemas ambientais.

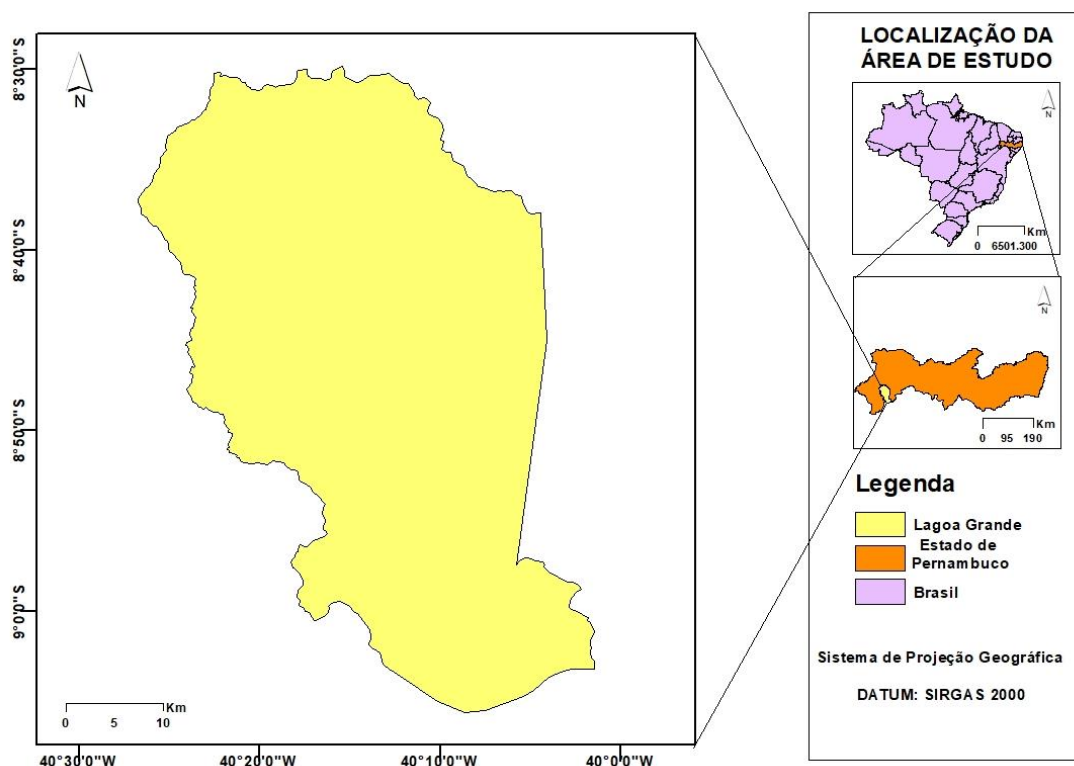
Mapear os graus de fragilidades e identificar os solos mais vulneráveis é de fundamental importância para planejar ações e políticas que visem a conservação dos solos e o manejo adequado para o uso das terras das áreas susceptíveis à desertificação.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo mapear a fragilidade dos solos e analisar a combinação de fatores que expõem a fragilidade dos solos localizados no município de Lagoa Grande, Pernambuco. A área de estudo está localizada no

semiárido do estado de Pernambuco e os solos locais são submetidos a intensos usos, dentre eles, à agricultura irrigada.

A área estudada é o município de Lagoa Grande localizado na mesorregião do São Francisco e na microrregião de Petrolina, estado de Pernambuco (Figura 1). Segundo o IBGE (2021), Lagoa Grande possui uma população de 26.090 habitantes em uma área de 1.850,070 km².

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: autores, 2021.

Segundo Beltrão *et al.* (2005), o município de Lagoa Grande está inserido na unidade geoambiental da depressão sertaneja, uma paisagem típica do semiárido nordestino, com um relevo predominante suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas.

A vegetação é composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8 mm (BELTRÃO *et al.*, 2005).



O estudo foi realizado em duas etapas, sendo elas: etapa 1- Construção das cartas de susceptibilidade à erosão e salinização dos solos, de posse do mapeamento foram analisados os atributos: solo; uso e cobertura das terras; relevo; erosividade e geologia. Os atributos erosividade e geologia somente foram utilizados para análise da carta de erosão e solo, uso e cobertura das terras e relevo foram utilizados tanto para erosão como para salinização. Após feita análise dos atributos, os mesmos foram cruzados com auxílio das ferramentas de geotecnologia. Etapa 2- Elaboração e análise da carta de fragilidade dos solos.

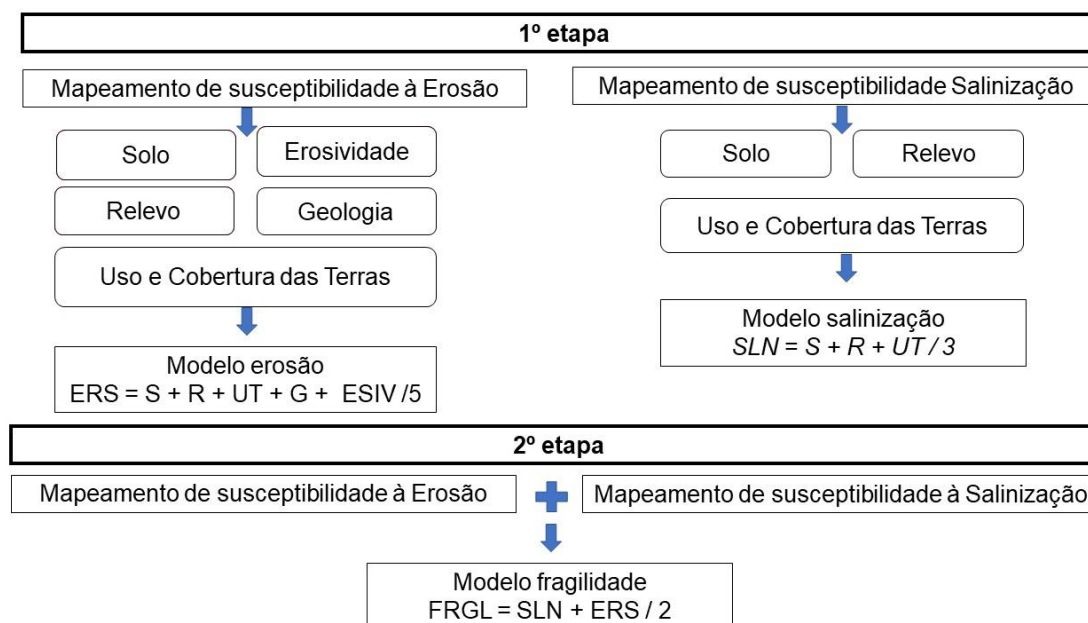
Os resultados apontam que as áreas localizadas no sudeste do município de Lagoa grande- PE apresentam os solos com média a muito alta fragilidade, gerando uma preocupação. Nessa região do município intercala as áreas mais elevadas, mas com presença de terrenos planos, solos susceptíveis a erosão e também a salinização culminando nas combinações que contribuem para maior fragilidade. Os solos susceptíveis à erosão e salinização contribuem cada vez mais para os riscos de desertificação, tudo isso impulsionado pela redução das caatingas para implementação e crescimento da agricultura irrigada dentre outras atividades.

Contudo, é necessário formular políticas públicas que venham minimizar os riscos de erosão e salinização dos solos da área de estudo, contribuindo para a redução da susceptibilidade à desertificação. Essa temática é de extrema importância e deve ser discutida nas escolas, em centros comunitários e universidades, para que todos integrantes da sociedade desenvolvam uma consciência ambiental e tenham atitudes responsáveis em relação à preservação dos recursos ambientais.

METODOLOGIA

O uso das ferramentas de geotecnologias foi de suma importância para realização do presente estudo. As mesmas foram indispensáveis para elaboração dos mapas de susceptibilidade a erosão e a salinização dos solos. Para realização do presente trabalho foi necessário duas etapas, a primeira a carta de susceptibilidade a erosão e a salinização, e a segunda etapa foi confeccionado a carta de fragilidade dos solos (Figura 2).

Figura 2: Estrutura metodológica.



Fonte: autores, 2021.

O mapa de susceptibilidade à erosão dos solos foi obtido a partir do cruzamento dos atributos ambientais: solo; relevo; geologia, erosividade e uso e cobertura das terras e para o mapeamento da susceptibilidade a salinização dos solos foi mapeada através das características do relevo, uso e cobertura das terras e solos.

Todos os mapeamentos foram gerados em ambiente SIG, utilizando o software ArcGIS 9.3. O mapa de solos foi elaborado a partir dos dados pedológicos disponíveis pelo Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE - EMBRAPA, 2006) e utilizado para às duas cartas de susceptibilidade. Com auxílio desses dados, foi espacializadas as classes de solos existentes na área pesquisada e aferidas notas voltadas para susceptibilidade à salinização e também considerando a fragilidade da estrutura dos solos à erosão.

As notas para susceptibilidade a salinização e a erosão foram baseadas em consultas bibliográficas e documentais sobre as características dos solos da região nos trabalhos de Crepani *et al.* (2001); Crepani *et al.* (2008); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2006); Silva, Silva e Barros (2010); Jatobá, Lins e Silva, (2014). Para tanto, foram utilizados os seguintes parâmetros: do pH (potencial de hidrogênio); desenvolvimento dos solos (profundidade do solum); relação areia e argila nos horizontes e presença de sais.

A declividade foi extraída por meio do processamento das imagens de radar *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e disponibilizada no Brasil por Miranda



(2005). Com a utilização das classes de relevo da EMBRAPA (1979) foi elaborada a classificação da susceptibilidade a salinização e erosão levando em consideração apenas o relevo.

Para cada classe de declividade foi aferida uma nota correspondente à susceptibilidade a salinização considerando à relação do relevo com a permanência das águas em suas superfícies (RIBEIRO, 2010). Para erosão as notas que representam menores riscos à erosão dos solos foram aferidas para as áreas planas, enquanto as regiões com relevos fortes ondulados receberam as notas que representam as maiores fragilidades à erosão.

A análise do atributo uso e cobertura das terras, foi adquirida uma imagem de satélite obtida pelo sensor OLI (*Operational Land Imager*) no ano de 2015 referente a órbita 217 e cena 066. Os produtos orbitais foram submetidos à classificação supervisionada e, em seguida, transformados em um mapa de uso e cobertura das terras fatiadas em quatro classes de uso, tais como: agricultura irrigada; agricultura de sequeiro/solo exposto; caatinga densa; caatinga esparsa. As notas de susceptibilidade à salinização para cada classe foram baseadas no quantitativo de água depositada nos solos em cada classe de uso, e exposição dos solos a altas temperaturas.

Em relação à erosão as notas do atributo uso e cobertura das terras foram baseadas conforme o critério a seguir: esse fator aumenta a erosão à medida que a quantidade da cobertura vegetal vai diminuindo, ou seja, o impacto causado pelo agente erosivo provocará forte desagregação das partículas do solo, à medida que o solo vai ficando desprovido de cobertura vegetal esse impacto se intensifica (LEPSCH, 2011). Dessa forma, uma Cobertura vegetal de caatinga densa irá apresentar um baixo nível de fragilidade à erosão, ao contrário do solo exposto, as quais foram atribuídas as maiores notas, representando muito alta fragilidade à erosão.

Quanto a estrutura geológica utilizada apenas para a carta de susceptibilidade à erosão foi empregada os dados cartográficos disponíveis pelo Serviço Geológico Brasileiro. Para a área de estudo foram identificadas quatro classes geológicas, considerando o grau de coesão das rochas e seus potenciais à erosão do solo.

A erosividade foi outro atributo utilizado somente para analisar a susceptibilidade à erosão, sendo assim, foi confeccionado a partir da equação 1 trabalhada por Bertoni e Lombardi (1999), Aquino, Oliveira e Sales (2006) e Santos e Galvêncio (2013). Para isto, foram empregados dados pluviométricos registrados em três estações meteorológicas



administradas pela ANA (Agência Nacional das Águas) com série histórica dos últimos 40 anos para região.

$$EI = 67,355 \left(\frac{r^2}{p} \right)^{0,85} \quad (1).$$

Em que: EI é a média mensal do índice de erosão, em MJ/ha.mm; r representa a precipitação média mensal, em mm e p e a precipitação média anual, em mm. Os índices de erosão mensal (EI) foram somados para obtenção do índice de erosividade (R), em MJmm/ha.ano, conforme a equação 2.

$$R = \sum EI \quad (2).$$

Após as análises individuais os atributos foram cruzados com apoio das ferramentas geotecnológicas para confecção da carta da susceptibilidade à salinização e à erosão.

Os mapeamentos dos atributos foram cruzados através da álgebra de mapas, isto para geração da carta de para susceptibilidade à erosão (Equação 3) e susceptibilidade à salinização (Equação 4).

$$\frac{ERS = S + R + UT + G + ESIV}{5} \quad (3).$$

$$\frac{SLN = S + R + UT}{3} \quad (4).$$

Em que: ERS é a susceptibilidade a erosão; SLN é a susceptibilidade a salinização; S variável solos; R variável relevo (declividade); UT variável uso da terra; G é a variável geologia; $ESIV$ é a variável erosividade.

Após mapeado as susceptibilidades a salinização e erosão o próximo passo foi o cruzamento das duas cartas de susceptibilidade para identificar onde estão os solos com



maiores fragilidades de uso. Todo processo foi desenvolvido através do uso das ferramentas geotecnológicas.

As cartas foram cruzadas através da álgebra de mapas, isto para geração da carta de fragilidade dos solos (equação 5).

$$\frac{FRGL=SLN+ERS}{2} \quad (5).$$

Em que: FRGL é a fragilidade dos solos; ERS é a susceptibilidade a erosão e SLN é a susceptibilidade a salinização.

REFERENCIAL TEÓRICO

A erosão é entendida como a retirada e transporte dos materiais sedimentares, provocando efeito redutor da produtividade agrícola e degradando as terras (LEPSCH, 2011; GUERRA, 2012; GUERRA & MENDONÇA, 2012; FARHAN *et al.*, 2013).

Também recebe o nome de denudação e degradação. Os agentes erosivos destacados por Bertoni e Lombardi Neto (1990) foram: a gravidade, a água, gelo e o vento. O agente que mais se destaca são as águas das chuvas. Lal (1990) classificou em quatro grupos a erosão, sendo elas: erosão hídrica; erosão eólica; movimento de massa e a erosão organogênica.

Os estudos de Lepsch (2011), Guerra (2012), Guerra e Mendonça (2012) apontam que o desmatamento, o uso e o manejo dos solos de forma errônea pela agricultura e pecuária, a distribuição da chuva, a declividade do relevo, o tipo de uso e cobertura são as principais causas que originam e aceleram o processo erosivo.

Quando os solos estão expostos os agentes erosivos afetam, com efeito contínuo sobre a superfície do terreno, proporcionando o aceleração do processo erosivo (LEPSCH, 2011; GUERRA, 2012; GUERRA & MENDONÇA, 2012). Bertoni e Lombardi Neto (1999) aborda que o material erodido por esse processo será a camada superficial do solo, composta pelo húmus, nutrientes vegetais e, a depender do manejo, conter fertilizantes.

Outro processo de destaque na degradação dos solos é a salinização definida como o acúmulo de íons solúveis nas camadas agricultáveis acarretando perda de fertilidade e



produtividade, responsável pela degradação de milhares de hectares de solos nas regiões secas do ecúmeno terrestre, proporcionando perdas econômicas e socioambientais (CASTRO, SANTOS & ARAÚJO, 2021).

As práticas de manejo agrícola podem contribuir para o processo de acúmulo de sais através do uso da água com teores elevados de sais nas práticas de agricultura irrigada (FENG *et al.*, 2017), superirrigação e/ou ausência de sistemas de drenagens, além da aplicação em excesso de fertilizantes (SALVATI & FERRARA, 2015; SHEN *et al.*, 2016).

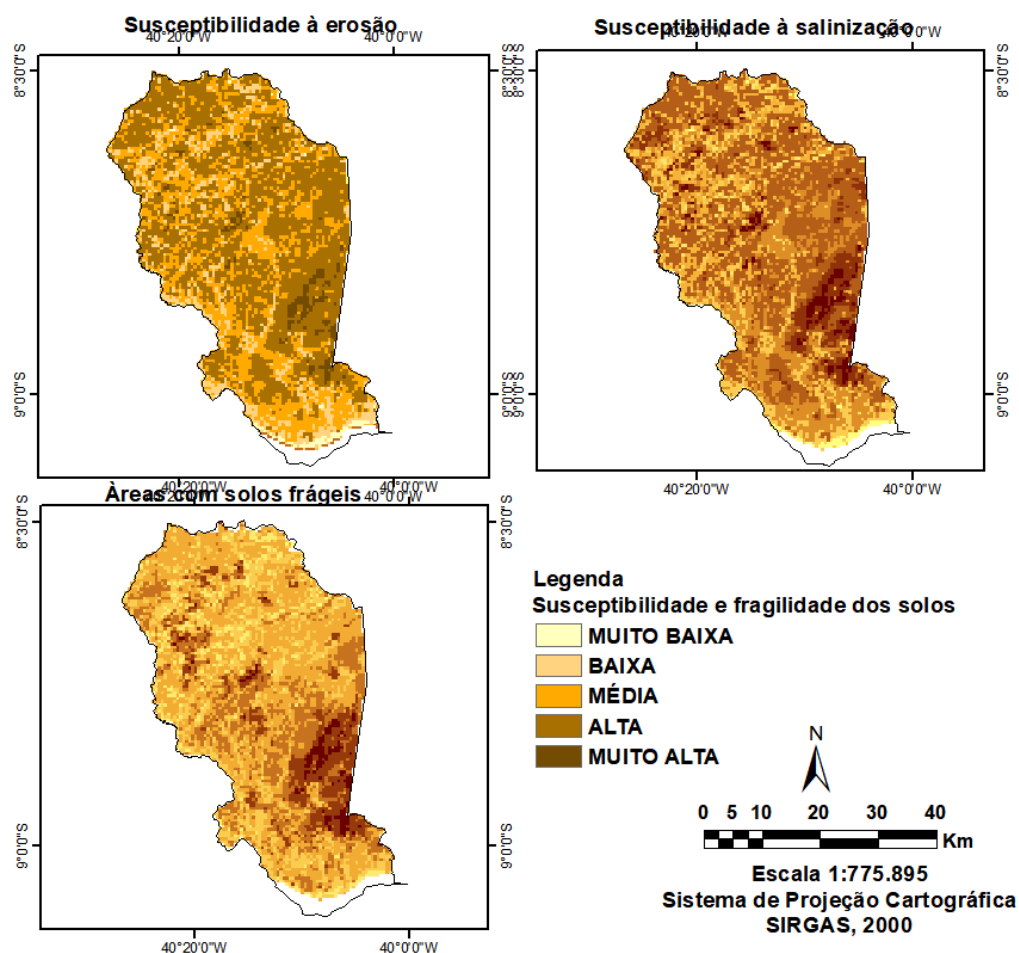
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A agricultura irrigada tem destaque econômico no município de Lagoa Grande. Isso ocorre devido aos grandes investimentos do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) e da SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste) para estimular o desenvolvimento econômico regional.

O município de Lagoa Grande apresenta em seus resultados o predomínio da classe média e alta susceptibilidade à erosão, em detrimento do crescimento dos perímetros irrigados. Essa *práxis* muitos locais da área estudada os solos susceptíveis à erosão é em decorrência da remoção constante e pela falta da camada de proteção dos mesmos durante a mudança ou replantação das culturas (Figura 3).

O avanço dos riscos de remoção dos solos próximos aos perímetros irrigados nesse município está atrelado ao desenfreado desmatamento da caatinga para posteriores avanços da agricultura irrigada e crescimento populacional. Um exemplo são as áreas de agricultura irrigada no sul de Lagoa Grande que apresenta risco à desertificação, quando considerado apenas a susceptibilidade à erosão dos solos. A alta suscetibilidade aos processos erosivos nesta área é devido aos fatores naturais e antrópicos.

Figura 3: Atributos utilizados nas análises das susceptibilidades à erosão e salinização dos solos e na identificação das áreas frágeis no município de Lagoa Grande – Pernambuco



Fonte: autores, 2021.

Quanto aos problemas relacionados a salinização dos solos os resultados apontam que o município de Lagoa Grande apresenta em toda sua extensão manchas com média a alta susceptibilidade a salinização, constatação que requer cuidados especiais e políticas públicas para implantação de manejo adequado a realidade local, até porque o município tem na agricultura irrigada uma de suas principais atividades econômicas (Figura 3).

O cruzamento de regiões com Argissolos Amarelos e Vermelhos, Latossolos Amarelos, Vertissolos sobre relevos com declividades inferiores a 20% e uma mescla de uso das terras entre caatinga esparsa e densa mais agricultura de sequeiro/solo exposto culminam com a formação das áreas que possuem média susceptibilidade à salinização.

Segundo Amaral *et al.* (2014) são exemplos de solos frágeis os classificados como Neossolos (Quartzarênico, Regolítico, Litólico), Planossolos, Vertissolos e Cambissolos, esses por apresentarem baixo desenvolvimento. No caso, desse estudo que avalia erosão e salinização, os Neossolos citados são mais susceptíveis ao processo de erosão, como também os Cambissolos. Quando se refere a salinização os Planossolos e Vertissolos



apresentam características naturais favoráveis ao acúmulo de sais. De acordo com o mesmo trabalho anteriormente citado no contexto dos solos mais desenvolvidos, os considerados mais frágeis são aqueles que apresentam textura relativamente arenosa na superfície, como se verifica em alguns solos das classes dos Argissolos (os arênicos e espessarênicos) e de Latossolos (os psamíticos). Nesses exemplos os solos estão mais favoráveis a degradação por erosão.

Após o cruzamento da susceptibilidade a salinização e da suscetibilidade a erosão é possível observar (Figura 3) que as áreas onde os solos apresentam maiores fragilidades estão localizados no sudeste do município de Lagoa Grande. Região que intercala as áreas mais elevadas, mas com presença de áreas planas, solos susceptíveis a erosão e também a salinização culminando nas combinações que contribuem para maior fragilidade no município.

Em vista do que foi apresentado nos resultados, observa-se que ao analisar a fragilidade dos solos do município de Lagoa Grande o mapeamento apresentou um estado preocupante. Os motivos são diversos visto que essas áreas estão em constante mudança para a fruticultura irrigada, os solos estão sendo amplamente utilizados para a produção agrícola, a vedete da fruticultura nesta área é, sem dúvida, a uva.

Lagoa grande, conhecida como à terra da uva e do vinho, traz por meio da expansão de suas áreas agrícolas a utilização da mecanização e aplicação de agrotóxicos que podem afetar a qualidade e fragilidade dos solos e, assim, viabilizar perdas por lixiviação e riscos de contaminação de águas subsuperficiais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O procedimento para mapeamento da fragilidade do solo respondeu bem ao esperado e descreve a realidade das áreas com solos frágeis da região. A análise dos atributos considerando não só as características intrínsecas do solo, mas também dos fatores externos, como relevo, erosividade, geologia, tipo de uso e cobertura das terras no caso da área de estudo agricultura de sequeiro/solo exposto, e, principalmente, do manejo que está sendo aplicado culminou com uma análise mais completa.

Após desmatadas as áreas de caatinga esparsa e densa para implantação de cultivos, os solos apresentam maiores fragilidades e se tornam susceptíveis a erosão e salinização designando um alto potencial de degradação dos solos. O futuro dessas áreas



que apresentaram alto grau de fragilidade dos solos trazem preocupações principalmente pela forma que continuam sendo manejadas.

Em áreas de Perímetros Irrigados da Região Nordeste, observa-se a necessidade de mais pesquisas sobre os problemas ambientais, a utilização das ferramentas de geotecnologias para auxiliar no planejamento de políticas públicas e ações que contribuam para conservação e prevenção contra à erosão e salinização dos solos, evitando assim, um problema ainda maior que resultaria com o avanço da desertificação em ambientes semiáridos.

Necessita que as pessoas desenvolvam consciência ambiental e tenham atitudes responsáveis em relação à preservação dos solos. Diante disso, torna-se de suma importância o debate e discussão dessa temática nas escolas, para que todos integrantes da sociedade se conscientizem e sensibilizem em prol da proteção do solo.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. J.; HERNANI, L. C.; OLIVEIRA NETO, M. B.; CUNHA, T. J. F.; MACEDO, J. R.; ACCIOLY, L. J. O.; MELO, A. S. **Aspectos de Manejo de Solos Frágeis em Perímetros Irrigados da Região Nordeste: Ênfase em Neossolo Quartzarênico**. 1 ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos; Recife, PE: Embrapa Solos – UEP Recife, 2014.

AQUINO, C. M. S.; OLIVEIRA, J. G. B.; SALES, M. C. L. Susceptibilidade das terras secas do distrito de Piauí à desertificação: Avaliação a partir dos índices. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v.5, n.9, p.49-60, 2006.

BELTRÃO, B. A.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA JUNIOR, L. C.; GALVÃO, M. J. T. G.; PEREIRA, S. N. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Lagoa Garnde, estado de Pernambuco**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo. Ícone, 1990.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4ed. Campinas: Ícone,



1999.

CASTRO, F. C.; SANTOS, A. M.; ARAÚJO, J. F. Salinização dos Solos e Práticas Agrícolas na Comunidade Quilombola de Cupira em Santa Maria da Boa Vista, Pernambuco – Nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 41, p. 1-12, 2021.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T; BARBOSA, C. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico - Econômico e ao Ordenamento Territorial**. INPE: São José dos Campos, 2001.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; PALMEIRA, A.F.; SILVA, E.F. Zoneamento Ecológico Econômico. In. FLORENZANO, T.G. (Org.). **Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias Atuais**. São Paulo: Oficina de textos, 2008, p.285-318.

D'ODORICO, P.; BHATTACHAN, A.; DAVIS, K.; RAVI, S.; RUNYAN, C. W. Global desertification: drivers and feedbacks, **Advances in water resources**, n.51, p.326-344, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Súmula 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1979.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília, 2006.

FARHAN, Y.; ZREGAT, D.; FARHAN, I. Spatial Estimation of Soil Erosion Risk Using RUSLE Approach, RS, and GIS Techniques: A Case Study of Kufranja Watershed, Northern Jordan. **Journal of Water Resource and Protection**, v.5, p.1247-1261, 2013.

FENG, G.; ZHANG, Z.; WAN, C.; LU, P.; BAKOUR, A. Effects of saline water



irrigation on soil salinity and yield of summer maize (*Zea mays* L.) in subsurface drainage system. **Agricultural Water Management**, v.193, p.205–213, 2017.

GUERRA, A. J. T. O Início do Processo Erosivo. In. _____. SILVA, A.S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, temas e aplicações**. 8ed. Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, p.17-50, 2012.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. Erosão dos solos e a Questão Ambiental. In: **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. VITTE; A.C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). 6ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.225-251, 2012.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/lagoa-grande.html>>. Acesso em: 05 jun. 2021.

JATOBA, L.; LINS, R. C.; SILVA, A. F. **Tópicos especiais de geografia física**. 2. ed. Petrolina: Progresso, 2014.

KARAVITISA, C. A.; TSESMELISA, D. E.; OIKONOMOUB, P. D.; KAIRISA, O.; KOSMASA, C.; FASSOULIA, V.; RITSEMAC, C.; HESSELD, R.; JETTENE, V.; MOUSTAKASA, N.; TODOROVICA, B.; SKONDRASA, N. A.; VASILAKOUA, C.; ALEXANDRISA, G. S.; KOLOKYTHAF, E.; STAMATAKOSA, D. V.; STRICEVICG,R.; CHATZIGEORGIADISH, E.; BRANDTI, J.; GEESONI, N.; QUARANTA, G. A. desertification risk assessment decision support tool (DRAST). **Catena**. v. 187, p.1-13, 2020.

LAL, Rattan. **Soil erosion in the tropics: principles and management**. Nova Iorque, McGraw-Hill, 1990.

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia**. I. F. LEPSCH (Org.). São Paulo: Editora Oficina de Textos, p.407-424, 2011.



MIRANDA, E. E. (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: < <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

RIBEIRO, M.R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. (Orgs.) **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. p.12-19.

SALVATI, L.; FERRARA, C.; The local-scale impact of soil salinization on the socioeconomic context: An exploratory analysis in Italy. **Catena**, v. 127, p. 312–322, 2015.

SANTOS, A. M.; GALVÍNCIO, J. D. Mudanças climáticas e cenários de susceptibilidade ambiental à desertificação em municípios do Estado de Pernambuco. **Observorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v.5, n.13, p.66-83, 2013.

SHEN, W.; NI, Y.; GAO, N.; BIAN, B.; ZHENG, S.; LIN, X.; CHU, H.; Bacterial community composition is shaped by soil secondary salinization and acidification brought on by high nitrogen fertilization rates. **Applied Soil Ecology**, v. 108, p. 76-83, 2016.

SILVA, F.H.B.B.; SILVA, A.B.; BARROS, A.H.C. **Principais classes de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: EMBRAPA, 2010.

UNCDD. **About the Convention. Text of convention and annexes**. [s.d.], 2017. Disponível em: https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-08/UNCCD_Convention_text_SPA.pdf. Acesso em: 01 jul. 2021.

ZAPE. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco**. CD-Rom. EMBRAPA: Recife, 2006.