

VULNERABILIDADE À PERDA DOS SOLOS NO MUNICÍPIO DE AFRÂNIO: SEMIÁRIDO DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Samuel Alves dos Santos ¹
Francelita Coelho Castro ²
Antonio Marcos dos Santos ³
Ivanilton José de Oliveira ⁴

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar os estados de vulnerabilidade à perda dos solos no município de Afrânio, semiárido do estado de Pernambuco e seu potencial à desertificação. Para o desenvolvimento desta pesquisa foi utilizada as ferramentas de geotecnologias para elaborar os mapas de susceptibilidade a erosão. A partir de então foi analisado os atributos solos, relevo, erosividade e uso e cobertura das terras gerando cartas de susceptibilidade a erosão dos solos. Os resultados apontam estado crítico e preocupante, visto que, 58,03 % do município está comprometido com média a alta vulnerabilidade a perda dos solos. As atividades antrópicas como exploração humana através da criação de Ovinos e Caprinos e produção de carvão vegetal estão contribuindo grandemente para a degradação das terras do município de Afrânio. As atividades humanas citadas, estão deixando os solos vulneráveis a remoção da camada férteis dos solos. Visto que os dados apresentados têm causado grande preocupação, diante do apresentado surge a necessidade de advertir as pessoas para prevenir futuros desastres decorrente desses impactos socioambientais, uma vez que a alta vulnerabilidade dos solos aos processos erosivos nesta área é devido aos fatores naturais e principalmente antrópicos.

Palavras-chave: Degradação Ambiental, Erosão, Desmatamento, Solos expostos.

ABSTRACT

The aim of this article is to analyze the states of vulnerability to soil loss in the municipality of Afrânio, in the semi-arid state of Pernambuco, and its potential for desertification. Geotechnological tools were used to develop the erosion susceptibility maps. The attributes of soil, relief, erosivity and land use and cover were then analyzed, generating maps of susceptibility to soil erosion. The results indicate a critical and worrying state, since 58.03% of the municipality is compromised with medium to high vulnerability to soil loss. Human activities such as sheep and goat farming and charcoal production are contributing greatly to the degradation of the land in the municipality of Afrânio. The aforementioned human activities are leaving the soil vulnerable to the removal of the fertile soil layer. Given that the data presented has caused great concern, there is a need to warn people to prevent future disasters resulting from these socio-environmental impacts, since the high vulnerability of soils to erosion processes in this area is due to natural and mainly anthropogenic factors.

Keywords: Environmental degradation, Erosion, Deforestation, Exposed soils.

¹ Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás (UFG / IESA), geografosamuelsantos@gmail.com;

² Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC), francelittacastro@gmail.com;

³ Doutor do Curso de Geografia da Universidade de Pernambuco (UPE), antonio.santos@upe.br;

⁴ Doutor do Curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás (UFG / IESA), oliveira@ufg.br.

A erosão dos solos é um problema global (Saha; Sarkar; Mondal, 2022). E no Brasil tal problema se intensifica mediante as alterações de uso e exploração dos solos (Oliveira; Fehr, 2020). E no Semiárido brasileiro não é diferente. Nesse ambiente mencionado, os processos erosivos são generalizados e ocorrem em decorrência principalmente do desmatamento, sobrepastoreio e manejo agrícola inadequado (Casabella-González; Borselli; García-Meza, 2023).

A análise da vulnerabilidade à erosão dos solos, é um recurso que fornece indícios da ocorrência de eventos que causa desequilíbrios socioambientais e foi descrita como fator potencial a perda de camadas superficiais dos solos com interferência de fatores naturais, impulsionadas por atividades humanas que alteram o ambiente (Oliveira; Fehr, 2020).

A metodologia utilizada por Crepani *et al.* (2001) emprega a análise do grau de vulnerabilidade através de atributos ambientais geologia, geomorfologia, pedologia, fitogeografia e clima com o intuito de criar cartas de vulnerabilidade à erosão dos solos. São atribuídos valores que variam de 1 a 3, além da classificação de 21 unidades de paisagem em que estão relacionados os processos de morfogênese e pedogênese.

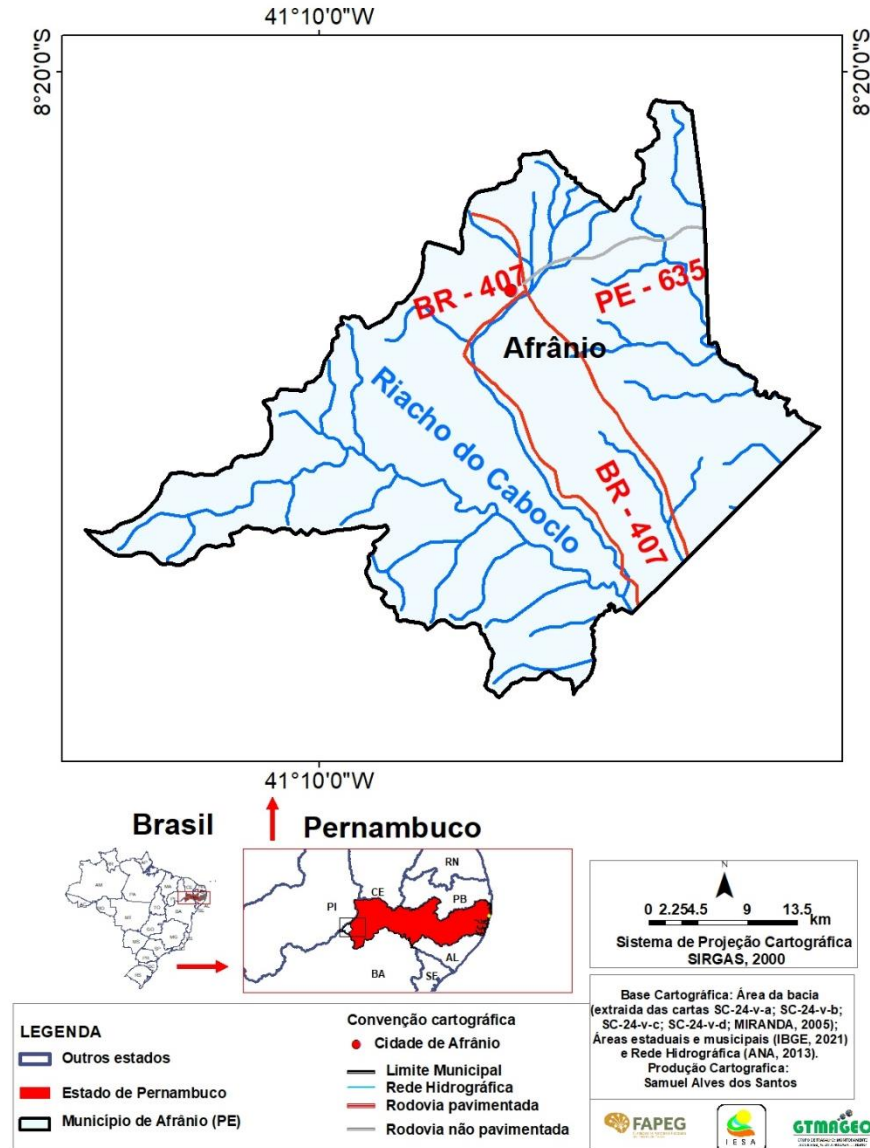
Diante do exposto, o objetivo deste estudo é analisar os estados de vulnerabilidade à perda dos solos no município de Afrânio, semiárido do estado de Pernambuco e seu potencial à desertificação.

METODOLOGIA

O município de Afrânio (PE) localiza-se a oeste do estado de Pernambuco, na mesorregião do São Francisco e, na microrregião de Petrolina, possuindo uma população de 19.981 habitantes numa área municipal de 1.482,4 km² (IBGE, 2023) inserida na Depressão Sertaneja, com paisagem típicas do semiárido nordestino, relevo suave-ondulado e com vegetação basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia e com clima do tipo Tropical Semi-Árido, com chuvas de verão e precipitação média anual é de 431,8mm (Beltrão *et al.*, 2005).



Figura 1: Localização do município de Afrânio, estado de Pernambuco



Fonte: Autores (2023).

Para desenvolvimento do presente estudo foram necessárias o uso das ferramentas geotecnológicas, as quais foram imprescindíveis para elaboração do mapeamento de vulnerabilidade dos solos ao processo de erosão. Tal mapeamento, foi obtido a partir do cruzamento dos atributos ambientais: relevo; solo; erosividade e uso e cobertura das terras.

O mapeamento de declividade foi realizado a partir da imagem de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) trabalhada por Miranda (2005) na folha SC-24-V-D. E para o mapeamento de solos foi utilizado a base de informação em formato vetorial do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (Pernambuco, 2008).



Para a realização do mapeamento de erosividade foi definido a partir da equação 1 trabalhada por Bertoni e Lombardi (1999), Aquino, Oliveira e Sales (2006) e Santos e Galvínio (2018). 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 a obtenção do índice de erosividade (R), em MJmm/h.ano, conforme a equação 2.

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

Uso e cobertura das terras foi definido a partir de 2 imagens de satélites geradas pelo sensor TM (*Thematic Mapper*) referente a órbita 217 e cena 066 correspondentes aos anos de 1981 e 1996 e uma imagem obtida pelo sensor OLI (*Operational Land Imager*) no ano de 2015 na mesma órbita e cena dos anos anteriores. Os produtos orbitais foram submetidos à classificação supervisionada e, em seguida, transformados em três mapas de uso e cobertura das terras com três classes de cobertura (caatinga densa, caatinga esparsa e solo exposto).

Para definição da vulnerabilidade à erosão dos solos da área de estudo foram cruzados por meio da álgebra de mapas os quatro atributos (equação 3).

$$SE = \frac{P+G+E+UT}{4} \quad (3)$$

Em que: SE é a vulnerabilidade natural à erosão do solo; P é a vulnerabilidade para o atributo solo; G é a vulnerabilidade para o atributo declividade; E é a vulnerabilidade para o atributo erosividade e UT é a vulnerabilidade para o atributo uso da terra. As notas para cada tipo de: classe de solos; classe de usos da terra; classe de relevo e de Erosividade, será adotada com base na metodologia de Crepani *et al.* (2001).

Segundo Faria, Souza e Batista (2021), os impactos ambientais provocados pelas atividades humanas sobre a superfície terrestre são preocupações de âmbito global. Uma das principais consequências da degradação provocada pela intervenção antrópica são as erosões hídricas. Casabella-González; Borselli; García-Meza (2023), enfatiza que a erosão hídrica é resultante da ação do agente erosivo, água, é um dos problemas ambientais mais importantes e uma das formas mais significativas de degradação do solo.

Casabella-González; Borselli; García-Meza (2023), aborda que milhões de toneladas de sedimentos são removidos e transportados anualmente, acarretando diversos problemas *in situ* onde são gerados e além. De acordo com Camapum de Carvalho *et al.* (2006), as erosões hídricas são intensificadas pelo plantio e manejo inapropriados do solo, que induzem o desenvolvimento de feições erosivas, tornam o solo mais vulnerável e promovem sua perda.

A vulnerabilidade à perda de solo tem sido investigada por meio de diferentes propostas metodológicas, entre elas, a atribuição de pesos fixos às características ambientais. Diversos estudos, para confecção do mapa de vulnerabilidade à perda de solo é obtido a partir de uma adaptação da metodologia de Crepani *et al.* (2001), e Equações matemáticas, que estabelece como aspectos físicos influentes no desenvolvimento de erosões e consequente perda de solos.

Vários autores estão trabalhando com a temática vulnerabilidade e/ou vulnerabilidade à erosão dos solos. Mota e Valladares (2011), utiliza o conteúdo sobre vulnerabilidade e susceptibilidade em seu estudo. Os autores produziram um mapa de vulnerabilidade à erosão dos solos da bacia do rio Acaraú, localizada no estado do Ceará. Para isto, foi empregado o Sistema de Informações Geográficas (SIG).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As notas para cada tipo de: classe de solos; classe de usos da terra; classe de relevo e de erosividade pode ser verificada no Quadro 1.

Quadro 1: Notas e graus de vulnerabilidade à erosão dos solos

Vulnerabilidades	Notas	Atributos físicos naturais				
		Solos	Relevo		Erosividade	Uso da terra
			Declividade (%)	Tipologia		

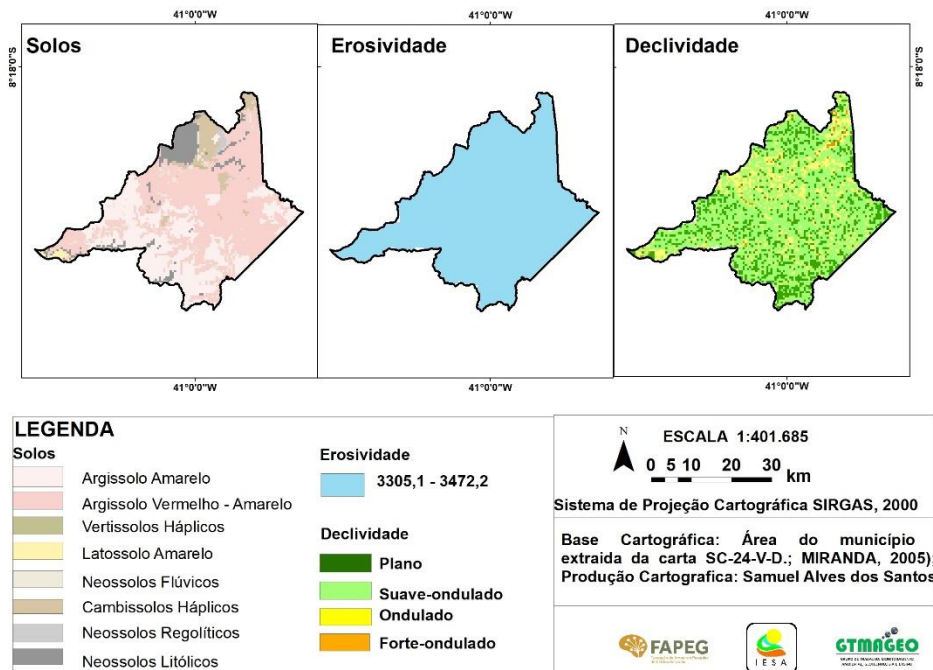


Muito Alta	5	Neossolos			-----	Solo exposto
Alta	4	Cambissolos Háplicos	20 – 45	Forte- ondulado	-----	-----
Média	3	Vertissolos Háplicos	8 - 20	Ondulado	3305,1 3472,2	Caatinga Esparsa/aberta
Baixa	2	Argissolos (Amarelo, Vermelho- Amarelo)	3 – 8	Suave- ondulado	-----	Caatinga Densa
Muito Baixo	1	Latossolo Amarelo	0 – 3	Plano	-----	

Fonte: Adaptado de Santos e Santos (2021) e Crepani *et al.* (2001).

O mapeamento dos atributos físicos naturais importantes para a vulnerabilidade à erosão dos solos é apresentado na Figura 2. Em relação às características pedológicas, vale destacar a presença dos Argissolos, os quais predominam no município, ocupando mais de 81,71% do território. As classes dos Argissolos subdivididos em Amarelos e Vermelhos-Amarelos. Os Argissolos Vermelhos-Amarelos possuem 767,21 km², seguidas por Argissolos Amarelos com 767,21 km²; Neossolo Litólico com 119,71 km²; Cambissolo Háplico com 90,04 km²; Neossolo Flúvico com 40,47 km²; Latossolo Amarelo com 12,62 km²; Neossolo Regolítico com 8,85 km² e Vertissolo Háplico com 2,10 km².

Figura 2: Atributos solos, erosividade e declividade da área de estudo



Fonte: Autores (2023)



De maneira geral, Cunha *et al.* (2010) relata que os Argissolos são muito vulneráveis à erosão, principalmente quando apresentam mudança textural abrupta do horizonte A para o horizonte B, presença de cascalhos e relevo mais movimentado, com fortes declividades. Característica essa apontada por Barbosa e Oliveira (2022) como causadora de dificuldade para infiltração de água no solo, conseqüentemente, essa situação irá contribuir com a erosão hídrica na camada superficial, como também abordam que esse fator se agrava mais ainda devido às chuvas serem concentradas em um curto período de tempo no período chuvoso.

No semiárido brasileiro estes solos podem apresentar pedregosidade, que podem comprometer a produção agrícola (Silva, Silva, Barros, 2008). A presença de argila no horizonte B nos Argissolos, em comparação com os demais solos encontrados no município, classificam estes solos com baixa vulnerabilidade à erosão. Isto porque, a presença deste mineral tende a reduzir a desagregação das partículas do solo.

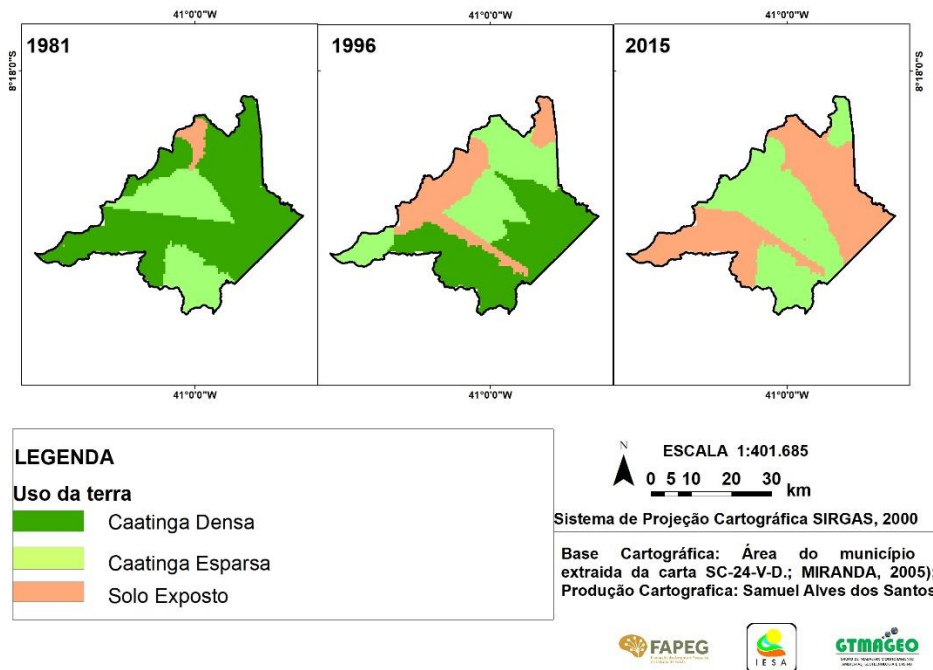
Outro atributo analisado foi à erosividade, a qual representa o potencial das chuvas em erodir os solos (Figura 2). A área de estudo possui apenas uma estação pluviométrica, sem nenhuma outra estação nas proximidades, outra estação está situada a 50 km² de distância da área de estudo. Contudo, para o município de Afrânio, foi possível contabilizar somente um valor de erosividade. No município a erosividade possui valor de 3305,1 - 3472,2. Comparando com o Quadro 1 este quantitativo apresenta potencialidade Média vulnerabilidade à erosão.

Em relação à declividade do terreno predomina as feições suave onduladas e planas, as quais de acordo com o Quadro 1 apresentam baixa e muito baixa vulnerabilidade à erosão, respectivamente. Isto porque, em relevos com baixas declividades, as águas das chuvas escoam com velocidades menores culminando com baixa remoção dos solos. Quanto às declividades que representam o relevo Forte-ondulado estão presentes, mas em menor predominância, ocupando 1,02%, em comparação com as demais tipologias de relevo (Figura 2 e Quadro 1) e, apresentam Alta potencialidade à erosão.

O mapeamento de Uso e Cobertura das terras apontou que em 1981 que 78,50% da área do município de Afrânio (PE) estava sobre caatinga densa, já a caatinga esparsa ocupava 19,14% e o restante da área com 2,34% era ocupada por solos expostos.

Em 1996, o cenário já mudou para 44,27% sobre caatinga densa, 34,46% área de caatinga esparsa e 21,25% sem cobertura vegetal em que os solos estão expostos aos agentes erosivos.

Figura 3: mapeamento do uso e cobertura das terras do município de Afrânio



Fonte: Autores (2023).

E para o ano de 2015, as áreas sobre caatinga densa ocupam somente 8,16%, a caatinga esparsa 40,74% e percebeu-se que 51,08% da área ficou com a classe de solo exposto. Observa-se um crescimento significativo da classe de solo exposto em detrimento das demais classes de uso e cobertura das terras. Tudo isso favorecendo ao comprometimento de mais de 50% da área do município com alta e muito alta vulnerabilidade à erosão dos solos. Justificado por apresentar grandes áreas sobre solos expostos proporcionadas pelo desenvolvimento de pastagens destinadas à criação da caprinovinocultura e produção de carvão vegetal (Santos; Santos, 2021).

De acordo com os dados apresentados, podemos observar uma diminuição significativa na classe de uso e cobertura de Caatinga densa ao longo dos anos. O que indica um processo de desmatamento e degradação na área de estudo.

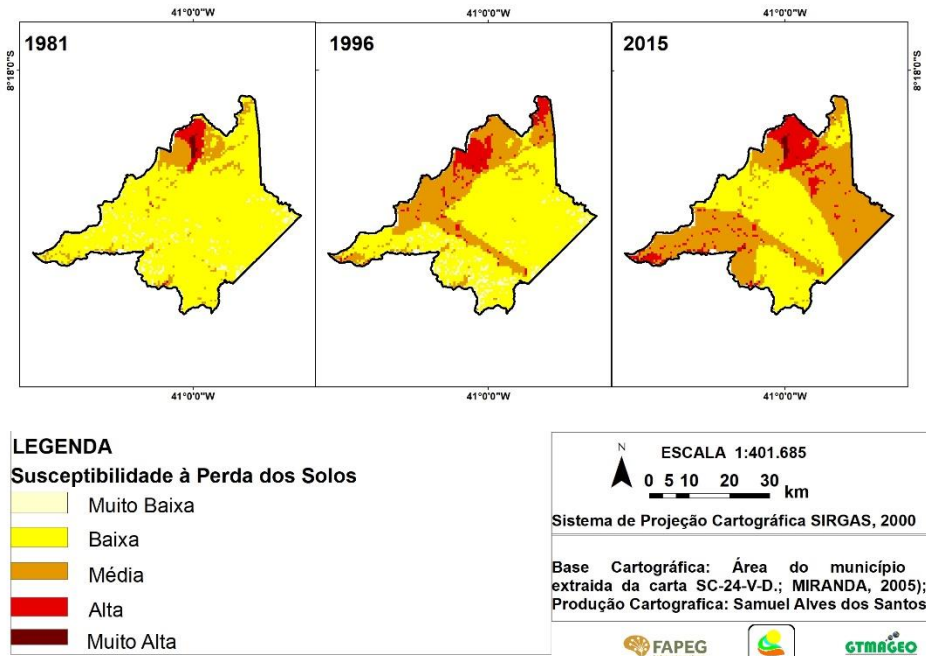
Por outro lado, a classe de Caatinga esparsa teve um aumento significativo ao longo dos anos. A classe de Solo exposto também teve um aumento muito expressivo, isso é um indicativo claro de processos de degradação ambiental, como o desmatamento e a erosão, que levam à exposição do solo. No geral, esses dados mostram uma alteração significativa na cobertura e



uso das terras na área de Afrânio (PE), com redução da vegetação nativa e aumento da degradação ambiental.

O mapa abaixo (Figura 4) nos mostram a evolução da classe de vulnerabilidade à perda de solos ao longo de três períodos: 1981, 1996 e 2015.

Figura 4: vulnerabilidade a erosão dos solos no município de Afrânio.



Fonte: Autores (2023)

Observa-se que no primeiro ano, década de 80, o predomínio é da classe de baixa (83,66%) vulnerabilidade a erosão e, em seguida a classe média (8,98%) vulnerabilidade. A distribuição das classes citadas anteriormente está associada, principalmente a distribuição do uso e ocupação das terras. Para o ano de 1981 predomina no município a caatinga densa fechada, seguida de caatinga esparsa. Neste período, já ocorria problemas de desmatamentos, porém, de intensidades inferiores aos encontrados atualmente.

Em 1996, houve uma redução na classe de vulnerabilidade baixa, que passou para 62,08%, e um aumento na classe média, que subiu para 26,38%. As classes alta e muito alta também tiveram um aumento pequeno em relação ao ano de 1981.

Em 2015, A classe baixa teve uma redução para 41,05%, enquanto as classes média, alta e muito alta aumentaram para 47,71%, 10,32% e 0,91%, respectivamente.

Portanto, ao longo dos anos analisados, observa-se que a classe de vulnerabilidade Baixa teve Diminuição ao longo dos anos. Enquanto que a Média vulnerabilidade a perda de solo

aumentou progressivamente, classe que teve um aumento significativo em relação as demais. Já a classe de Alta vulnerabilidade teve um aumento constante em um ritmo mais lento.

Em Afrânio, estado de Pernambuco, os aspectos ambientais favorecem à vulnerabilidade dos solos ao processo erosivo e contribui com o potencial ao processo de desertificação, onde a longa ocupação humana e o potencial de degradação imposto pelas atividades econômicas, como a extração de lenha e pecuária extensiva, proporcionaram a redução das áreas de Caatinga, raleamento da vegetação, exposição dos solos a insolação, as chuvas e ao vento e conseqüente degradação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo utiliza ferramentas de geotecnologias, como sensoriamento remoto e geoprocessamento, para mapear os atributos ambientais que influenciam a vulnerabilidade dos solos, como relevo, tipo de solo, erosividade e uso e cobertura das terras.

Diante do apresentado, observa-se que ao analisar o grau de vulnerabilidade à perda dos solos no município de Afrânio (PE) o mapeamento apresentou um estado crítico e preocupante devido a 58,03 % do município está comprometido com média à alta vulnerabilidade à erosão.

Os resultados apontam que a exploração humana através da criação de Ovinos e Caprinos e produção de carvão vegetal estão contribuindo grandemente para a degradação das terras do município de Afrânio. Nesse contexto, torna-se fundamental a implantação de políticas públicas que proporcionem o acesso a conhecimento de práticas de manejo e atividades econômicas menos agressivas aos solos, uma vez que a alta vulnerabilidade dos solos aos processos erosivos nesta área é devido aos fatores naturais e principalmente antrópicos.

REFERÊNCIAS

AQUINO, C. M. S.; OLIVEIRA, J. G. B.; SALES, M. C. L. Suscetibilidade das terras secas do estado Piauí à desertificação: avaliação a partir de índices. **Mercator**, Fortaleza, v.5, n.9, p.49-60, 2006.

BARBOSA, T., C., S.; OLIVEIRA, P., V. Susceptible areas to desertification in Ceará: environmental aspects of the municipalities of Tauá - CE and Irauçuba - CE. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 7, p. 52330–52349, 20 jul. 2022.

BELTRÃO, B. A.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA JUNIOR, L. C.; GALVÃO, M. J. T. G.; PEREIRA, S. N. **Diagnóstico do município de Afrânio**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.



BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4ed. Campinas: Ícone, 1999.

CAMAPUM DE CARVALHO, J.; SALES, M. M.; MORTARI, D.; FÁZIO, J. A.; MOTTA, N. O.; FRANCISCO, R. A. Processos erosivos. In: CAMAPUM DE CARVALHO, J.; SALES, M. M.; SOUZA, N. M.; MELO, M. T. S. (Org.). **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. 1ª ed., Brasília, FINATEC, p 93-156, 2006.

CASABELLA-GONZÁLEZ, M. J.; BORSELLI, L.; GARCÍA-MEZA, J. V. Improved MPSIAC model for soil erosion rate assessment in semiarid zones. **Journal of Arid Environments**, v. 212, p. 104946, 2023.

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.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/afranio/panorama>>. Acesso em: 03 de Abril 2023.

FARIA, K. M. S.; SOUSA, A. C. R. C.; BATISTA, J. G. ANÁLISE DA VULNERABILIDADE À PERDA DE SOLOS DA RESERVA DA BIOSFERA DO CERRADO EM GOIÁS E DISTRITO FEDERAL. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 1, n. 15, p. 7-20, 2021.

MIRANDA, E. E. (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Embrapa Solos - UEP: Recife: EMBRAPA, 2005.

MOTA, L. H. S. O.; VALLADARES, G. S. **Vulnerabilidade à degradação dos solos da Bacia do Acaraú, Ceará**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.42, n.1, p.23-36, 2011.

OLIVEIRA, J. L. DE; FEHR, M. Análise da Vulnerabilidade Erosiva Para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Conquistinha no Oeste de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 7, p. 2428, 2020.

PERNAMBUCO. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE)**. Satélite, 2008. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso: 20 Mar. 2023.

SAHA, S.; SARKAR, D.; MONDAL, P. Assessing and mapping soil erosion risk zone in Ratlam District, central India. **Regional Sustainability**, v. 3, n. 4, p. 373–390, 2022.

SANTOS, A. M.; GALVÍNCIO, J. D. Mudanças climáticas e cenários de susceptibilidade ambiental à desertificação em municípios do Estado de Pernambuco. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v.5, n.13, p.66-83, 2018.

SANTOS, S. A. DOS; SANTOS, A. M. D. Panorama da susceptibilidade à erosão dos solos em municípios do semiárido de Pernambuco. **REVISTA EQUADOR**, v. 10, n. 3, p. 1–25, 2021.

XV
ENAN
PEGE

ENCONTRO NACIONAL DE
PÓS-GRADUAÇÃO E
PESQUISA EM GEOGRAFIA



SILVA, F.H.B.B.; SILVA, A.B.; BARROS, A.H.C. Principais classes de solos do estado de Pernambuco. EMBRAPA: Recife, 2008.