

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE FEIÇÕES EROSIVAS NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO CARRO QUEBRADO NO MUNICÍPIO
DE FLORESTA - PE**

**ENVIRONMENTAL DEGRADATION THROUGH EROSION FEATURES IN
THE RIACHO CAR BROKEN WATER BASIN IN THE MUNICIPALITY OF
FLORESTA – PE**

Isabel Joályce da Silva Galindo

isabel.joalyce@upe.br

<https://orcid.org/0009-0005-3320-9825>

Maria Eduarda de Godoi Pinto

mariaeduarda.pinto@upe.br

<https://orcid.org/0009-0004-7565-7864>

Ewerton Gabriel Soares de Moura Silva

ewerton.gabriel@upe.br

<https://orcid.org/0009-0002-6043-6781>

Kleber Carvalho Lima

UPE/Campus Garanhuns.

kleber.carvalho@upe.br

<https://orcid.org/0000-0002-9468-2473>

RESUMO

Os sistemas naturais possuem características próprias que podem favorecer a ocorrência de feições erosivas. Aqueles sistemas que apresentam maior vulnerabilidade às ações externas para a formação de erosões lineares têm apresentado elevada suscetibilidade à degradação ambiental, em razão das ações humanas. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar o uso e a cobertura da terra associados às ocorrências de formas erosivas lineares na bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado no município de Floresta-Pernambuco. Os procedimentos metodológicos se deram a partir da análise de dados de ocupação e das erosões na bacia com área de 8,5 km² por meio da composição de informações e classificação das áreas para a compreensão em detalhe. Como principais resultados, pode-se apontar a presença de 2.195 segmentos erosivos com maior ocorrência associada às áreas com solo exposto. Esse comportamento tem se dado em conformidade com o uso e a cobertura da terra sendo intensificados pelas atividades humanas mesmo que suas condições ambientais provoquem o surgimento de tais erosões. Assim, aponta-se para a aplicação de técnicas para a possível recuperação ambiental de algumas áreas da bacia e o retardo de possíveis desequilíbrios ambientais.

ABSTRACT

Natural systems have their own characteristics that can favor the occurrence of erosive features. Those systems that are more vulnerable to external actions for the formation of linear erosion have been highly susceptible to environmental degradation due to human

actions. The aim of this study is to analyze land use and land cover associated with the occurrence of linear erosion in the Quebrado Creek watershed in the municipality of Floresta, Pernambuco. The methodological procedures were based on the analysis of occupation and erosion data in the 8.5 km² basin through the composition of information and classification of areas for detailed understanding. The main results were the presence of 2,195 erosion segments, with the greatest occurrence associated with areas of exposed soil. This behavior has occurred in accordance with the use and coverage of the land and has been intensified by human activities, even though their environmental conditions cause the appearance of such erosion. This points to the application of techniques for the possible environmental recovery of some areas of the basin and the delaying of possible environmental imbalances.

INTRODUÇÃO

Os geossistemas terrestres funcionam de maneira combinada para manterem seu estado de equilíbrio dinâmico por meio do balanço entre os fluxos de matéria e energia que entram e saem de cada sistema (Bertolini, 2019), contribuindo para o desenvolvimento natural dos elementos físicos da paisagem. Ao observar a dinâmica de sistemas, é possível afirmar que a sua fragilidade ou maior resistência não é homogênea, pelo contrário, os elementos que compõem um sistema complexo interagem de maneira não linear resultando na relação de realimentação negativos e positivos (Mattos e Filho, 2004). Um dos sistemas tratados no presente estudo é o sistema erosivo que ocorre no relevo, estando em constante interação com outros sistemas, como o de vegetação e o clima que possuem influências diretas sobre o seu nível de degradação por meio de diversos processos, como de origem erosiva.

Os processos erosivos, dados desde o impacto das gotas de chuva e consequente formação de crostas, até a formação de feições erosivas lineares (Salomão, 2007), podem ser causa e consequência da degradação dos terrenos em sistemas ambientais sensíveis, como do semiárido. Destaca-se, em especial, setores do estado de Pernambuco que pertencem ao Núcleo de Desertificação de Cabrobó, ou seja, áreas de maior intensificação dos processos de desertificação, aqui entendidos como o estado permanente de perda da biodiversidade, só potencial de produção e da intensa degradação do solo (Tavares *et al.*, 2019). Nessas áreas, o processo de erosão, dados pela remoção de sedimentos com taxas maiores que as de deposição, e determinadas pelas taxas de Erosividade da chuva, propriedade do solo, cobertura vegetal e características das encostas (Guerra *et al.*, 2022).

Dessa forma, processos de degradação dos terrenos por erosão, em conjunto com os processos de desertificação, devem ser analisados levando em consideração as particularidades de cada região, como a declividade do terreno, a litologia, a variação pluviométrica e o uso humano. O Núcleo de Desertificação de Cabrobó, por exemplo, apresenta como características principais o predomínio de aridez e da precipitação irregular, além de causas antrópicas, como o sobrepastoreio, o desmatamento e a salinização do solo pela irrigação (Silva, 2014). Quando se trata de degradação dos solos é possível afirmar que ela é uma das mais problemáticas tendo em vista que a sua recuperação não é feita com facilidade já que os processos de formação e regeneração são muito lentos (Araújo *et al.*, 2008). Tampouco, a recuperação do equilíbrio desses sistemas ocorrerá de forma espontânea devido a exploração acentuada causada pelas atividades humanas (Oliveira, 2017). Nesse contexto, a Geomorfologia contribui para o

entendimento das áreas degradadas pelos processos de erosão relacionados com o seu grau de fragilidade (Lima, 2023).

Sob a perspectivas da degradação ambiental por meio dos agentes externos naturais, é somado o desenvolvimento humano que se constitui em um relevante agente modificados do meio ambiente, alterando o equilíbrio e a dinâmica dos processos naturais (Girão et al., 2004) que influenciam negativamente o tempo de recuperação das paisagens. Os desequilíbrios causados pelas relações humanas se dão pela capacidade interventiva e transformadora do ser humano que altera as dinâmicas naturais para aperfeiçoar as condições necessárias à sua existência (Silva *et al.*, 2014). As ações humanas podem interferir na natureza de diferentes formas, como pela retirada da vegetação e o descarte incorreto dos resíduos domésticos e industriais. “O sistema antrópico, por meio do uso e ocupação das terras, ao acelerar processos geomorfológicos, permite a ocorrência rápida de fenômenos que se manifestam em longo período de tempo, caso fossem resultantes exclusivamente de processos naturais” (Filho et al., 2011) como é o caso das consequências das erosões lineares em setores do semiárido.

Ao se corroborar a ideia de que os sistemas naturais possuem características próprias que podem favorecer a ocorrência de feições erosivas, aqueles sistemas que apresentam maior vulnerabilidade às ações externas para a formação de erosões lineares têm apresentado elevada suscetibilidade à degradação ambiental. Em razão das ações humanas, a exemplo da retirada da vegetação e do cultivo de pastagens para a criação de gado, tem acentuado a suscetibilidade de áreas no município de Floresta como apontado nos estudos dos autores Lima et al. (2023) e Freitas et al. (2023). Nesse contexto, se torna indispensável o desenvolvimento de estudos que apontem a relação entre as ações humanas e a ocorrência das erosões lineares. Assim, a presente pesquisa objetiva analisar o uso e a cobertura da terra associados às ocorrências de formas erosivas lineares na bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado do município de Floresta no estado de Pernambuco.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado está localizada no município de Floresta-PE, a 549,6 Km da capital Recife. A área da bacia é de aproximadamente 8,5 Km² e está entre as coordenadas 5410290687E e 5440294281E, 9049655N e 9052655N.

A bacia está inserida no subsistema fluvial do rio Pajeú, afluente do Rio São Francisco no trecho do Lago de Itaparica. A área está localizada em uma região com escassez hídrica, causando grandes perdas de nutrientes no solo afetando diretamente a vegetação, além das práticas pastoris inadequadas que contribuem para a intensa degradação do terreno levando a área a fazer parte do Núcleo de Desertificação de Cabrobó.

A litologia da área é composta por rochas cristalinas do EON proterozoico, ERA neoproterozoico e período ediacarano onde tem domínio transversal da formação quebra unha que faz parte do subdomínio do alto do Pajeú. EON proterozoico, ERA neoproterozoico, período toniano, o domínio transversal do complexo São Caetano tem subdomínio do Pajeú. EON proterozoico, ERA paleoproterozoico, período orosiriano que a zona de domínio transversal no subdomínio do alto do moxoto. EON proterozoico, ERA paleoproterozoico, período riaciano, tendo o domínio transversal no subdomínio alto do

moxotó. EON arqueano, período neo-arqueano e tem o domínio transversal o subdomínio do alto moxotó (Brasil, 2018).

Na área ocorrem a Formação Quebra Unha composta por muscovita metarenitos/muscovita quartzitos e metarenitos calcissilicáticos com epidoto, associados a epidoto gnaisses calcissilicáticos, metamorfisados na fácies xisto verde, localmente na fácies anfíbolito; complexo São Caetano que compõem granada-biotita xistos/gnaisses, localmente migmatíticos contendo turmalina e/ou muscovita, por vezes intercalados com quartzitos micáceos, podendo conter turmalina e/ou granada, níveis de rochas calcissilicáticas e lentes de mármore. Localmente ocorrem gnaisses quartzo-feldspático com intercalações de rochas meta vulcânica e metamáficas. Além de Complexo Sertânia com biotita gnaisses/xistos a granada \pm muscovita, geralmente migmatizados, com intercalações de rochas calcissilicáticas, quartzitos, mármore e formações ferríferas; Suíte Malhada Vermelha: metagabros com ou sem granada, metanortositos, metadioritos, meta monzodioritos, metaquartz odioritos, incluindo meta -hornblenditos com ou sem granada e minério de Fe-Ti (titanomagnetita); Complexo Mulungu- Feliciano com migmatitos e ortognaisses migmatizados de composição granítica a tonalítica, apresenta intercalações de meta-gabros, meta- dioritos e anfíbolitos (Brasil, 2018).

Sobre o terreno cristalino da área de estudo, desenvolveu-se uma superfície aplainada com declividade predominante entre 0 e 5% fazendo parte da Depressão Sertaneja. O solo predominante é o Luvisso solo crômico, e suas principais características são o desenvolvimento pedológico intermediário com horizontes pouco profundos, tendo sua saturação por bases maior que 50% e fertilidade natural alta (EMBRAPA, 2018). Em geral, os solos rasos contribuem para a formação de erosão, pois são mal drenados, com baixa permeabilidade e mudança textural abrupta, facilitando a remoção dos horizontes por meio do escoamento superficial difuso (Lima et al., 2023).

O clima da área é semiárido com baixo índice pluviométrico e altas temperaturas, tendo como característica as chuvas irregulares onde ocorre longos períodos de estiagem no que causa escassez hídrica. A vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila pouco densa e arbustiva. Essa vegetação é caracterizada por apresentar substrato arbóreo arbustivo espaçado, de baixo ou pequeno porte, contribuindo para a retirada da camada superficial do solo, assoreamento dos rios e açudes durante o período chuvoso, além disso, apresenta baixo índice pluviométrico e com altas temperaturas, provocando aridez do solo, podendo ocasionar a salinização e infertilidade.

Procedimentos metodológicos

A escolha da área de estudo se deu pela observação de imagens de satélite LandSat e imagens disponibilizadas no Google Earth, onde se buscou áreas do município de Floresta com ocorrência recorrente de solo exposto. Nessa etapa de análise preliminar, verificou-se a concentração de amplos setores sem cobertura vegetal, situados na porção centro-leste e centro-oeste do município, incluindo-se o setor onde se localiza a área urbana da cidade.

A partir disso, utilizou-se critérios como, dimensão da bacia hidrográfica, fácil acesso ao local, presença de vegetação degradada, solo desnudo, presença de erosão linear e suscetibilidade alta ao desenvolvimento de processos de desertificação. Assim, foi escolhida a bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado, por atender aos critérios

propostos. Desse modo, procedeu-se a delimitação da bacia hidrográfica, com base em produtos orbitais disponibilizado pelo Projeto Pernambuco Tridimensional - PE3D.

Os produtos orbitais utilizados, foram: modelo digital do terreno (MDT), com resolução de 0,5 metros e ortoimagens digitais com resolução de 1 metro. Produtos derivados do MDT foram gerados no software QGIS, como curvas de nível, declividade e relevo sombreado, com o propósito de se identificar visualmente as erosões lineares. Além das erosões lineares, foram mapeados elementos como drenagem fluvial, açudes e estradas, de forma semiautomática. Como escala de trabalho, definiu-se a escala 1:5.000, pois permitiu a identificação em detalhe dos elementos, especialmente as erosões.

Para a identificação e mapeamento das erosões lineares, foi utilizado o método de composição de informações, de acordo com Zhang e Liu (2019), uma vez que propõe a sobreposição de camadas para interpretação de dados obtendo o máximo de precisão possível. Após o mapeamento, as erosões foram classificadas em desconectadas ao canal, conectadas ao canal e conectadas a outras, conforme Lima et al. (2023).

Para o mapa de uso e cobertura do solo, foi utilizado o método de classificação supervisionada, onde foram coletadas vinte amostras de cada classe. A ferramenta *Dzetsaka* foi utilizada para a classificação das amostras e a ferramenta *Poligonizar* foi utilizada para transformar o dado classificado (raster) em vetorial a fim de elaborar o mapa. Nessa etapa, a maior dificuldade encontrada na elaboração dos dados foi a interpretação da imagem raster (PE3D) devido as várias semelhanças na imagem, como na classe de depósito aluvial e o solo exposto com remoção do horizonte A, essas semelhanças geram confusões no software demandando mais atenção na interpretação. Para análise dos dados, foi utilizado a sobreposição dos mapas.

Por fim, foram realizados trabalhos de campo com o intuito de verificar a acurácia dos mapeamentos realizados, conferindo os tipos de feições erosivas lineares desenvolvidas na área de estudo, assim com as classes de uso e cobertura da terra. De maneira auxiliar, foi utilizada aeronave remotamente pilotada (ARP), no levantamento de dados nas áreas da bacia com difícil acesso, ou mesmo para melhor visualização das áreas críticas quanto ao desenvolvimento de erosões.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao todo, foram mapeados 2.195 segmentos erosivos do tipo linear, classificadas em conectadas ao canal, desconectadas ao canal e conectada a outra controlando, dessa forma, a evolução fluvial e a evolução da paisagem por meio do transporte de sedimentos sazonal, além de influenciar na sua capacidade de recuperação (Souza e Corrêa, 2020). A partir desse dado, pode-se verificar que há elevada quantidade de erosões, sendo possível apontar que as áreas com solo exposto e sujeitos a intensificação do escoamento superficial, têm aumentado a quantidade de erosões lineares na bacia, em razão do aumento no escoamento superficial concentrado.

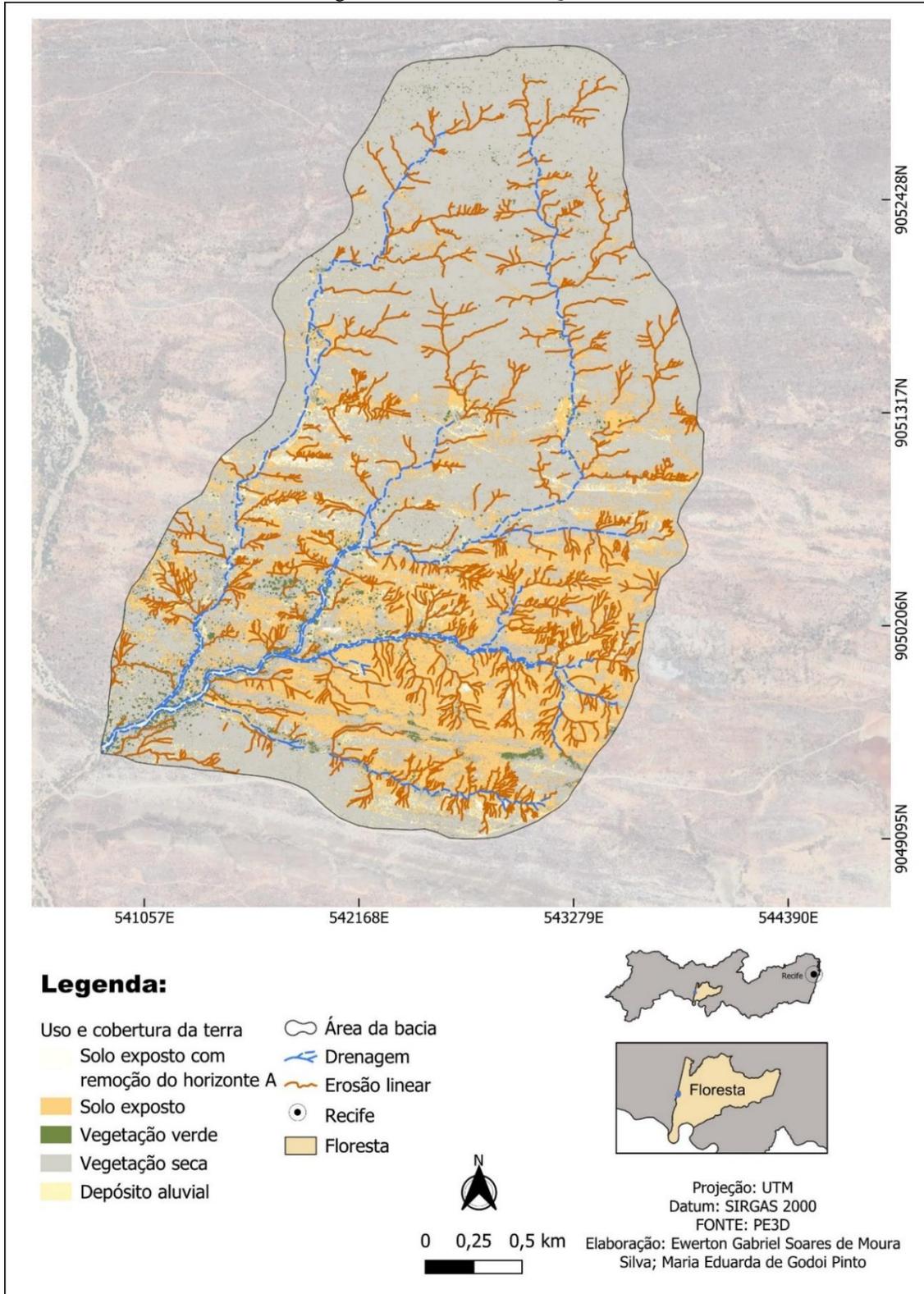
A bacia do riacho Carro Quebrado apresentou 260,39 metros de segmentos de erosivos por metro quadrado, o que demonstrou alto grau de vulnerabilidade em que a área se encontra. Para comprovação do dado foi realizada a densidade de pontos com cabeceiras de erosões (erosões remontantes), onde ocorre variações de 0 a 13,08. Os maiores valores

se concentraram nos terrenos com ausência de vegetação, o que denota a suscetibilidade elevada ao desenvolvimento das feições erosivas lineares.

Na observação da rede de drenagem, notou-se que ela se caracteriza como detrítico onde o desenvolvimento da mesma tem aparência com uma árvore e seus canais de drenagem se unem assim formando ângulos agudos, graduações variadas, mas não conseguem alcançar um ângulo reto. Tendo em vista tais fatos negativos no ambiente, focando no solo compactado, alterações na qualidade do solo como a perda de nutrientes fez com que houvesse a perda da flora e conseqüentemente da fauna. Com a perda de nutrientes no solo, a pouca vegetação presente na área pode ser afetada diretamente, podendo ocorrer processo de desertificação na área. Os terrenos desprotegidos sofrem bastante, seja pela ação natural ou antrópica. Os processos erosivos em áreas semiáridas já são bastante frequentes e em áreas com solo desprotegido e com alteração em sua qualidade pode intensificar consideravelmente.

Ao analisar o uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica é possível destacar cinco classes para maiores detalhes (Figura 01), sendo elas: solo exposto com a remoção do horizonte A; solo exposto; vegetação verde; vegetação seca; e depósito aluvial.

Figura 01: Mapa de uso e cobertura da terra com sobreposição das feições erosivas lineares da bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado.



Por meio da classificação do uso e da cobertura da terra na bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado é possível verificar que as classes de vegetação seca e de solo exposto

são mais abundantes (tabela 01) sendo influenciadas pela dinâmica natural dada pela combinação dos solos rasos, da vegetação espaçada, com clareiras e o regime pluviométrico com chuvas torrenciais, além das dinâmicas antrópicas ocorridas na própria bacia ou no seu entorno.

Dados semelhantes a esses foram apontados por Lima *et al.* (2023) e Freitas *et al.* (2023) que desenvolveram pesquisas em outras bacias hidrográficas no município de Floresta. Nessas bacias, os autores apontaram a mesma ocorrência de áreas de terreno com solo exposto de tamanho expressivo com a presença de feições erosivas lineares. Segundo os autores, essa realidade, evidenciou o alto grau de suscetibilidade e degradação ambiental dessas bacias causadas por fatores naturais e antrópicos, a exemplo das rodovias e da grande quantidade de erosões lineares associadas às áreas com vegetação espaçada.

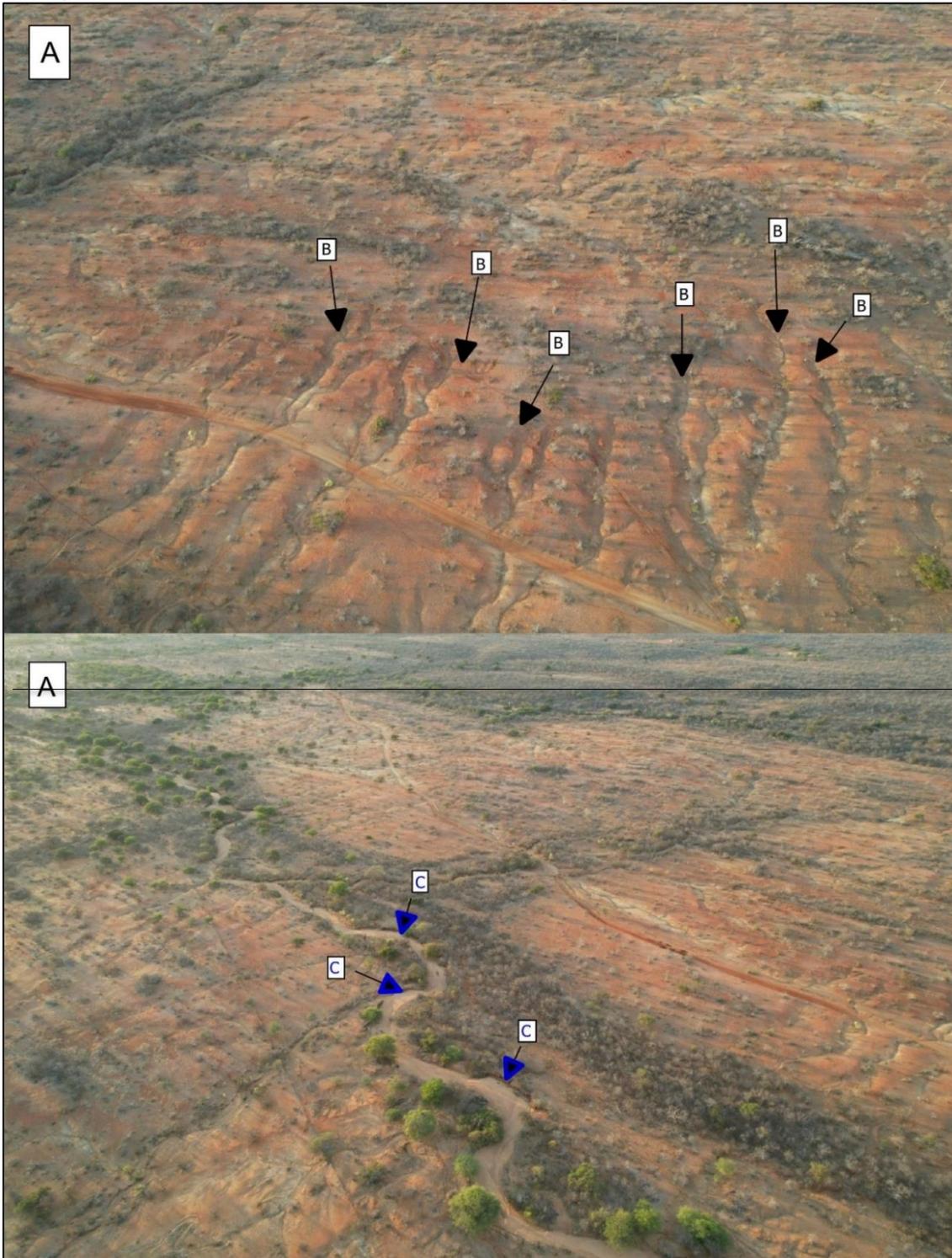
Tabela 01: áreas ocupadas por cada classe de uso e cobertura do solo.

Classe de análise	Área em Km ²
Solo exposto com remoção do horizonte A	0,11
Solo exposto	2,00
Vegetação verde	0,24
Vegetação seca	5,25
Depósito aluvial	0,82

Fonte: os autores, 2024

Diante dos resultados obtidos nessa pesquisa, é possível relacionar o uso da terra e a alta concentração de feições erosivas lineares. A presença de maior quantidade de erosões lineares ocorre nos setores com solo exposto (Figura 02), devido às atividades humanas, como o desmatamento. Ao contrário disso, é possível observar que na área de vegetação seca o número de erosões é consideravelmente menor, o que confirma a afirmação de que “a vegetação exerce uma função de destaque e de extrema importância para a proteção natural do solo contra a ação das gotas da chuva, do escoamento superficial e subsuperficial” (Silva *et al.*, 2020).

Figura 02: Imagens feitas com ARP no setor centro-sul da bacia com destaque às áreas com solo exposto e feições erosivas lineares (a); sistemas erosivos em solo exposto, conectadas aos canais fluviais (b).



Fonte: os autores, 2024.

A cobertura vegetal garante a proteção do solo contra o splash que é o início do processo erosivo e de desagregação das partículas do solo causada pelo impacto das gotículas em solo desprotegido (Maia, 2004; Guerra e Mendonça, 2007). Mesmo que apresente uma vegetação esparsada, com árvores de pequeno e médio porte, que tem como característica

a perda das folhas no período da estiagem (Fernandes e Queiroz, 2018), essa cobertura atenua a propensão dos terrenos desenvolverem processos erosivos lineares. Essas áreas, quando apresentam a sua cobertura vegetal original, tem o terreno mais protegido do escoamento superficial difuso e concentrado.

Além disso, pode-se observar que os processos erosivos e a qualidade ambiental da bacia são afetados pela presença de um lixão presente a leste da bacia e que se encontra parcialmente sobre ela trazendo inúmeros malefícios à qualidade do terreno e ao desenvolvimento do relevo, além de contrariar normas públicas.

Sobre a disposição de resíduos sólidos, é possível afirmar que em agosto de 2010 foi regulamentada a Política Nacional de Resíduos Sólidos que estabeleceu o prazo final para desativação de lixo a céu aberto em até agosto de 2014. Entretanto, esse prazo não foi cumprido em todos os municípios brasileiros resultando na ocorrência de lixões ainda ativos em diversas regiões incluindo no semiárido pernambucano servindo de exemplo a área apresentada no presente artigo. 64,4% dos resíduos sólidos urbanos coletados em municípios do Nordeste ainda descartados em áreas impróprias (ABRALPE, 2016) traz inúmeros impactos negativos nos meios biótico, abiótico e antrópico, o que tem resultado na degradação ambiental, a exemplo do solo, dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, e do ar atmosférico

Todas essas características apresentadas apontam e explicam para o estudo, que os agentes naturais têm grande influência nos processos erosivos da área sendo intensificados e acelerados pelos agentes antrópicos, causando a degradação dos solos, além de manterem uma interrelação para alcançar a estabilidade relativa e dinâmica do sistema. Solos rasos e altas temperaturas, nos momentos de períodos de chuvas em alta intensidade somado ao fato da falta de vegetação para proteger o solo das gotículas de chuva, ocorre o processo de infiltração da água no solo iniciando pelo saturamento, a capacidade de campo, o equilíbrio e o ponto de murcha. Nesse aspecto pode-se dizer que já se inicia o processo erosivo laminar, linear podendo desenvolver-se para processos mais avançados como ravinamento e voçorocamento, contribuindo para a degradação do solo e aumentando os prejuízos ambientais, sociais e até mesmo econômicos.

A erosão linear pode dar origem aos sulcos, ravinas e voçorocas, dependendo da intensidade da chuva e da cobertura vegetal presente, para estudar esse caso tem que conhecer o comportamento das águas da chuva no lençol freático. Para se conseguir estudar os processos erosivos lineares é necessário o reconhecimento da cobertura pedológica e o funcionamento hídrico, as características litológicas corroborando a compreensão de que nos sistemas complexos é necessário considerar suas múltiplas variáveis. As erosões em áreas rurais são mais complexas, pois envolvem as questões econômicas e não apenas ambientais, por conta da questão econômica da realidade, necessita do uso da cobertura vegetal para conter parte das erosões.

Nesse contexto, é possível observar que a degradação das terras em áreas de clima áridos e semiáridos implica na redução ou perdas definitivas da produtividade biológica ou econômica, das áreas pastagens, de destino para os resíduos sólidos resultantes do uso da terra ou da combinação de processos decorrentes de atividade humanas (Macedo et al., 2021) evidenciando o papel da sociedade como agente geomorfológico por desencadear diversas transformações nos fluxos de matéria e energia dos sistemas fluviais, desequilibrando a dinâmica natural de processos como o intemperismo, erosão, desnudação e sedimentação (Brierley; Fryirs, 2005; Felipe et al., 2013). Diante disso, é

indispensável o apontamento para se obter informações sobre o terreno e os outros sistemas ambientais para estabelecer técnicas de monitoramento que possibilitem a recuperação dessa área a fim de mitigar os problemas que afetam o equilíbrio ambiental e o desenvolvimento das populações residentes dentro ou próximo da bacia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As regiões semiáridas apresentam condições ambientais que proporcionam a formação de feições erosivas resultantes das suas características de relevo, climáticas, de vegetação e de solo. Entretanto, as condições de desenvolvimento humano têm colocado os sistemas naturais dessas áreas em desequilíbrio por meio do avanço acelerado dos fenômenos naturais e na sua conseqüente degradação. Tal realidade tem sido expressa na bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado do município de Floresta-PE ao se observar que a presença das erosões lineares estão em conformidade com o uso e a cobertura da terra sendo intensificadas pela presença de registros humanos, como o da retirada da vegetação para a construção de estradas, resultando também em fragilidades no desenvolvimento das populações residentes do município que poderiam utilizar a área de uma forma mais produtiva para seu próprio desenvolvimento.

Dessa forma, é possível observar que o desenvolvimento antrópico não planejado e sem ações conservacionistas ao longo do tempo têm resultado na supressão dos recursos naturais e no aumento desequilibrado dos sistemas naturais influenciando negativamente na relação da sociedade com a natureza e da natureza com a sociedade. Assim, aponta-se a necessidade de estudos para a compreensão desses cenários, bem como o emprego de técnicas de monitoramento e de recuperação ambiental para se evitar ou até mesmo retardar futuros desequilíbrios ambientais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsa de iniciação científica ao segundo e terceiro autores (processos 164911/2023-5 e 146627/2022-9, respectivamente); à Universidade de Pernambuco, Campus de Garanhuns, pelo apoio logístico na realização dos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. Disponível em <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>. Acesso em 20 de agosto de 2017.

ARAÚJO, GHD; ALMEIRA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 3^o edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 320 p. 2008.

BACCARO, C. A.D. Processos erosivos no domínio do cerrado. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3^o edição, p. 195-223, 2007

BERTOLINE, W. Z. O conceito de equilíbrio em Geomorfologia. **Terrae Didática**, Campinas, v. 15, p. 1-17, 2019.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Serviço Geológico do Brasil. **Carta Geológica-Geofísica Folha SC.24-X-A-IV-Floresta**. Brasília: MME, 2018. 1 mapa, Escala 1:100.000.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília, 2018.

FILHO, A. P.; QUARESMA, C. C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 83-90, 2011.

FREITAS, S. B.; SILVA, I. A.; LIMA, K. C.; GOMES, D. D. M. Erosão associada a cobertura vegetal no município de Floresta – Semiárido de Pernambuco. In: **IV Congresso Brasileiro de Organização do Espaço**. Anais. 2023.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C. E; GUERRA, A. J. T (Orgs.). **Reflexões sobre a Geografia Física Brasileira**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2º edição, p. 225-256, 2007.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **GEOMORFOLOGIA: uma atualização de bases e conceitos**. 16º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022. p. 149-209.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**, Recife, v. 21, n. 2, p. 36-58, 2004.

LIMA, K.C.; LUPINACCI, C. M.; GOMES, D. D. M.; SOUZA, S. O.; ALEXANDRE, F. S. Erosão em áreas suscetíveis a desertificação no semiárido: possibilidades de análise por meio da cartografia geomorfológica baseada em imagens de altíssima resolução. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. 2, p. 1-14, 2023.

MABESOONE, J. M. **Ambiente semiárido do nordeste brasileiro: 2. As capas do intemperismo**. In: Estudo Geológicos, série B: estudos e pesquisas. Recife: UFPE, 6/7, p. 7-15, 1984.

MAIA, G. A. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2º edição, 413 p., 2004.

MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I. M. D. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MATTOS, S. H. V. L.; FILHO, A. P. Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 5, n. 1, p. 11-18, 2004.

OLIVEIRA, A. R. **A desertificação do alto sertão de Sergipe no contexto geográfico**. 2017. 233 p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

RODRIGUES, V. Avaliação do quadro da desertificação no nordeste do Brasil: diagnósticos e perspectivas. **INCID**, Fortaleza, 1992.

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

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3^o edição, p. 229-265, 2007.

SILVA, E.; DIAS, M.; MATHIAS, D. A abordagem tecnogênica: reflexões teóricas e estudos de caso. **Quaternary and Environmental Geosciences**, 2014.

SOUZA, J.O.P.; CORREA, A.C.B. Cenários Evolutivos da Conectividade da Paisagem em Ambiente Semiárido – Bacia do Riacho do Saco, Serra Talhada, Pernambuco. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 1, p.63-77, 2020.

TAVARES, V. C.; ARRUDA, I. R. P.; SILVA D. G. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. **Geosul**, v. 34, n. 70, p. 385-405, 2019.

TRICART, J.; SILVA, C. T. Estudos em Geomorfologia da Bahia e Sergipe. Salvador: Imprensa Oficial da Bahia, 167 p., 1969.

ZHANG, W.; LIU, Y. Research on visual interpretation and spatial distribution pattern of the erosion gully. In: Luoyugou Watershed of China. **Environment and Natural Resources Research**, v. 9, n. 3, p. 23-31, 2019.