

## **ERODIBILIDADE DO SOLO (K) E USO E COBERTURA DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMURUPIM, PIAUÍ, BRASIL**

***SOIL ERODIBILITY (K) AND LAND USE AND COVERAGE OF THE CAMURUPIM RIVER BASIN, PIAUÍ,  
BRAZIL***

***EROSIONABILIDAD DEL SUELO (K) Y USO Y COBERTURA DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO  
CAMURUPIM, PIAUÍ, BRASIL***

**Roneide dos Santos Sousa**

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

E-mail: roneidesousa@gmail.com

**Glairton Cardoso Rocha**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

E-mail: glairtongeo@ifpi.edu.br

### **RESUMO**

Compreender a dinâmica das paisagens em bacias hidrográficas, especialmente no que diz respeito às suas vulnerabilidades aos processos erosivos e à suscetibilidade à degradação dos solos, é de extrema importância para a gestão dos recursos naturais. Este artigo teve como objetivo analisar os fatores de erodibilidade dos solos, a declividade e o uso da cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim, localizada no norte do estado do Piauí. A metodologia empregada incluiu revisão bibliográfica, manipulação de dados geográficos em ambiente SIG, e coleta de dados em campo. Os resultados revelaram que a erodibilidade dos solos se distribuiu em classes de média (75%), alta (24%) e muito alta (5%). Além disso, os dados associados à declividade variaram de áreas planas a montanhosas, enquanto o uso e cobertura da terra foram definidos em 11 classes na bacia. Observou-se que a classe predominante foi a média, correspondendo a 71% da erodibilidade. Essa classe é composta principalmente por Argissolos Amarelos e Vermelho-Amarelos, distribuídos em relevo plano a montanhoso, abrangendo áreas de florestas savânicas associadas a atividades agropecuárias, bem como áreas aplainadas com a presença de carnaubais. A Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim é uma região costeira situada no semiárido nordestino, que apresenta principalmente solos de alta e média fragilidade natural, isso resulta em paisagens sensíveis a intervenções antrópicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** erodibilidade; fragilidade; mapBiomias; bacia hidrográfica.

### **ABSTRACT**

Understanding the dynamics of landscapes in hydrographic basins, especially concerning their vulnerabilities to erosive processes and susceptibility to soil degradation, is of utmost importance for natural resource management. This article aimed to analyze soil erodibility factors, slope, and land use and land cover in the Camurupim River Hydrographic Basin, located in the northern region of Piauí state, Brazil. The methodology involved literature review, manipulation of geographical data using GIS software, and field data collection. The results revealed that soil erodibility was distributed across categories of moderate (75%), high (24%), and very high (5%). Furthermore, slope data ranged from flat to mountainous areas, while land use and land cover were classified into 11 categories within the basin. The predominant category was moderate, accounting for 71% of erodibility. This category mainly comprises Yellow and Red-Yellow Ultisols, distributed over flat to mountainous terrain, encompassing savanna forest areas associated with agricultural and livestock activities, as well as flat areas with carnauba palm presence. The Camurupim River Hydrographic Basin is a coastal region located in the Northeastern Brazilian semi-arid, predominantly characterized by soils with high and moderate natural fragility, resulting in landscapes that are sensitive to anthropic interventions.

**KEYWORDS:** erodibility; fragility; mapbiomas; Basin.

## RESUMEN

Comprender la dinámica de los paisajes en cuencas hidrográficas, especialmente en lo que respecta a sus vulnerabilidades a los procesos erosivos y a la susceptibilidad a la degradación del suelo, es de suma importancia para la gestión de los recursos naturales. Este artículo tuvo como objetivo analizar los factores de erosión del suelo, la pendiente y el uso de la tierra y la cobertura de la misma en la Cuenca Hidrográfica del Río Camurupim, ubicada en la región norte del estado de Piauí, Brasil. La metodología incluyó la revisión bibliográfica, la manipulación de datos geográficos utilizando software SIG y la recolección de datos en campo. Los resultados revelaron que la erosión del suelo se distribuyó en categorías de moderada (75%), alta (24%) y muy alta (5%). Además, los datos de la pendiente variaron desde áreas planas hasta montañosas, mientras que el uso de la tierra y la cobertura de la misma se clasificaron en 11 categorías dentro de la cuenca. La categoría predominante fue la moderada, que representa el 71% de la erosión. Esta categoría principalmente abarca Ultisoles Amarillos y Rojo-Amarillos, distribuidos en terrenos planos hasta montañosos, abarcando áreas de bosque de sabana asociadas a actividades agrícolas y ganaderas, así como áreas planas con presencia de palmas de carnauba. La Cuenca Hidrográfica del Río Camurupim es una región costera ubicada en el semiárido noreste de Brasil, caracterizada predominantemente por suelos con fragilidad natural alta y moderada, lo que resulta en paisajes sensibles a las intervenciones antrópicas.

**PALABRAS-CLAVE:** erodibilidade; fragilidade; mapbiomas; cuenca hidrográfica.

## 1. INTRODUÇÃO

O número de pesquisas visando compreender a estrutura e a dinâmica funcional dos elementos naturais das paisagens está crescendo, principalmente em relação às diversas formas de uso da terra, sobretudo aquelas que consideram os impactos da erosão e da degradação dos solos. Compreender a dinâmica das paisagens em bacias hidrográficas, especialmente no que diz respeito às suas fragilidades frente aos processos erosivos e à suscetibilidade à degradação dos solos em decorrência desses usos, é de suma importância para a gestão dos recursos naturais. Nessas pesquisas, é primordial considerar os solos e as paisagens como sistemas abertos, pois ganham e perdem matéria e energia (GUERRA, 2014).

A erosão dos solos é considerada um dos problemas ambientais mais significativos na atualidade, uma vez que afeta indiscriminadamente áreas agrícolas, centros urbanos e áreas naturais, além de ser responsável pela diminuição dos serviços ecossistêmicos do solo (LAHSEN, BUSTAMANTE; DALLA-NORA, 2016; MORAES, SALES, 2017; FIORESE, 2021). A erosão é um fenômeno complexo, pois envolve a ação direta ou indireta de diversos fatores ambientais, além da interferência humana que modifica as condições naturais dos componentes da paisagem (OLIVEIRA; AQUINO, 2021). Nesse contexto, a erosão hídrica destaca-se entre os demais tipos de erosão devido à sua capacidade de remoção e transporte de sedimentos (LEPSCH, 2002).

Oliveira e Aquino (2021), ao analisarem a Bacia Hidrográfica do Rio Gurguéia, afirmam que o mapeamento da declividade e da erodibilidade auxilia no planejamento ambiental e na

identificação de áreas com maior suscetibilidade à erosão. Segundo as autoras, práticas de conservação devem ser aplicadas para minimizar o processo erosivo.

A adoção do recorte espacial das bacias hidrográficas, especialmente em análises ambientais, é amplamente aceita entre os pesquisadores. Isso permite a análise integrada dos elementos físico-naturais e humanos, considerando a bacia como uma unidade sistêmica e complexa, com intensas trocas de energia e matéria (CHRISTOFOLETTI, 1980; 1999; RODRÍGUEZ et al., 2011; SANTOS, MENDES, CRUZ, 2021).

As bacias hidrográficas são sistemas naturais equilibrados, onde as alterações humanas podem comprometer sua fragilidade (CHRISTOFOLLETTI, 1980). De acordo com a Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, as bacias hidrográficas são consideradas unidades territoriais para o planejamento da gestão hídrica no Brasil (BRASIL, 1997). No contexto do planejamento territorial, são unidades básicas de análise para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais, integrando a gestão de recursos hídricos e ambientais (CARVALHO, 2020). Além disso, são recortes importantes para análises sociais e físico-naturais.

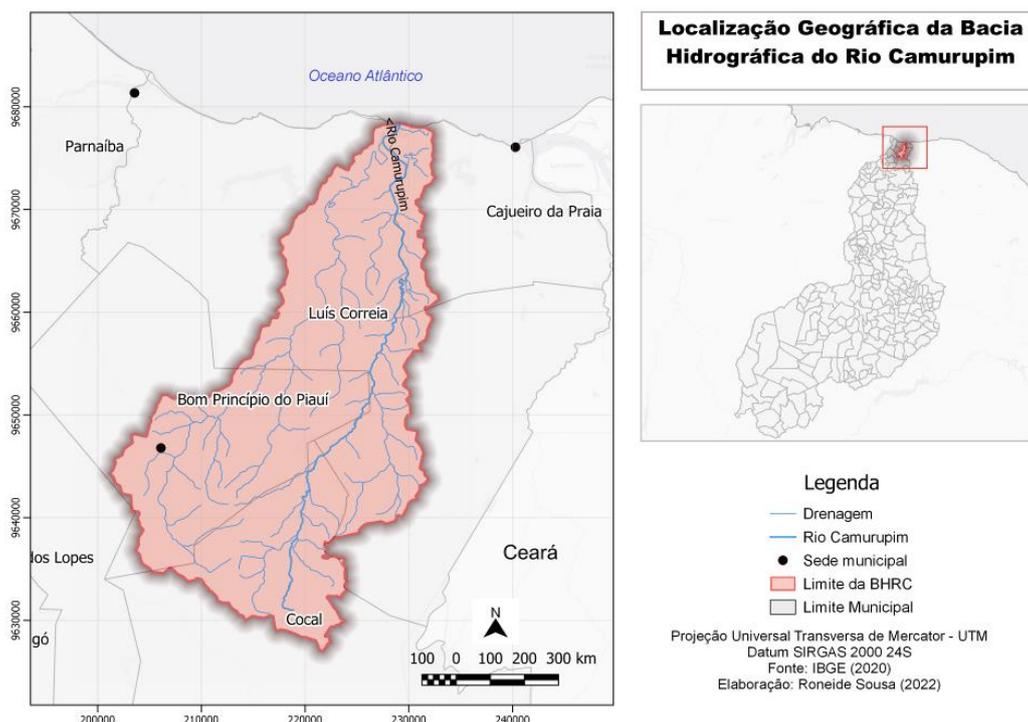
A aplicação das geotecnologias, que integram informações ambientais e realizam inferências geográficas, possibilita análises espaciais em diversas escalas. Seu uso tem se tornado significativo em várias partes do mundo (FIORESE, 2020). São extremamente importantes ao permitir a espacialização, quantificação e gerenciamento dos recursos naturais (CÂMARA et al., 2001; FITZ, 2008). Diante disso, o objetivo deste artigo foi analisar os fatores de erodibilidade, declividade e uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim, localizada no norte do estado do Piauí.

## **2. MATERIAL E MÉTODO**

### **2.1 Caracterização da área de estudo**

A área de estudo da pesquisa refere-se à Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim (BHRC), localizada na região litorânea do Baixo Curso do Rio Parnaíba, sendo uma das seis sub-bacias costeiras do litoral piauiense (LIMA, 2020). Com uma área de aproximadamente 830 km<sup>2</sup>, a BHRC abrange parcialmente os territórios dos municípios de Luís Correia, Cajueiro da Praia, Bom Princípio do Piauí e Cocal (Figura 1).

**Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim**



Fonte: Autores (2022).

No que se refere às formas de uso e ocupação da BHR, a mesma é essencialmente rural, embora apresente localidades com estruturas urbanas significativas, como Camurupim, no interior de Luís Correia, Barra Grande, no litoral de Cajueiro da Praia, e a sede municipal de Bom Princípio do Piauí, este último com uma população total estimada de 5.670 habitantes (IBGE, 2021). Entre as principais atividades econômicas, destaca-se a agropecuária, que envolve atividades de agricultura de subsistência e criação de bovinos, caprinos e suínos. No baixo curso, predominam atividades relacionadas à pesca, à produção de camarão (carcinicultura) e ao turismo. A BHR está parcialmente inserida na unidade de conservação Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba (BRASIL, 1996), que se caracteriza como de uso sustentável dos recursos naturais (ICMBIO, 2020).

Por se tratar de uma bacia costeira, as unidades de paisagem no baixo curso, que incluem o estuário, a faixa de praia, as dunas móveis, as planícies de deflação eólica e as planícies fluviomarinhas, esta última contendo as subunidades dos bosques de manguezais, apicuns e salgados, apresentam vulnerabilidade ambiental natural às ações antrópicas (SOUSA, VALLADARES, ESPÍNDOLA, 2016; SOUSA, 2019) e à degradação dos solos (CABRAL, VALLADARES, AQUINO, 2020).

A região é influenciada pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que compreende a área de baixa pressão onde ocorre a interação entre a confluência dos ventos alísios. Apresenta um tipo climático semiárido, de acordo com a classificação climática do estado do Piauí segundo Thornthwaite (1948), com o período chuvoso concentrado entre os meses de janeiro a maio, baixa amplitude térmica anual, com precipitação e temperatura anual variando de 1.200 a 1.400 mm e 28°C a 30°C, respectivamente (ANDRADE JUNIOR et al., 2004).

A base geológica da área da bacia apresenta predominante estrutura sedimentar composta por sedimentos Cenozoicos inconsolidados de origem marinha, fluvial, eólica ou combinada (Depósitos Quaternários). Também são visíveis os sedimentos correlativos às superfícies de aplainamento do interior, que compreendem os depósitos do Grupo Barreiras de datação Plio-Pleistocênica, e os litotipos pertencentes à sinéclise do Parnaíba, adjacentes aos sedimentos Cenozoicos. Além disso, há áreas exumadas do embasamento cristalino (FUNDAÇÃO CEPRO, 1996). Incluem-se as unidades do Grupo Barreira, Depósitos fluviomarinhas, Aluviões holocênicos, Grupo Serra Grande e Coberturas detrito Laterítica, e em menor proporção a estrutura cristalina correspondendo à unidade Suíte intrusiva de Chaval e ao complexo Granja (SOUSA, 2015).

No que diz respeito às formas de relevo, predominam as superfícies planas e suave ondulado das áreas litorâneas, os tabuleiros entalhados pela drenagem e dissecados em interflúvios, as superfícies pediplanadas e as rochas do embasamento cristalino exumadas pelos processos de morfogênese mecânica (FUNDAÇÃO CEPRO, 1996). As áreas mais altas na BHRC correspondem à montante, serras baixas, com altitudes entre 150 e 280 m. Dentre as unidades de relevo, incluem-se a faixa de praia, a planície de deflação eólica, a planície fluviomarinha, a planície fluvial, os tabuleiros litorâneos e as superfícies aplainadas e dissecadas de Chaval (SOUSA, 2019). No que se refere aos tipos de solos, encontram-se, em geral, solos com alta e muita alta fragilidade aos processos erosivos, tais como NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, GLEISSOLOS SÁLICOS, ARGISSOLOS AMARELOS, ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS e PLANOSSOLOS (IBGE, 2019).

Quanto aos recursos hídricos, os principais cursos d'água são o Rio Camurupim e o Rio Cardoso, que juntos formam uma única foz que desemboca no Oceano Atlântico, entre os municípios de Luís Correia e Cajueiro da Praia, no estado do Piauí. O escoamento é influenciado pelo controle geológico das coberturas sedimentares (Barreira) e pelas falhas no embasamento cristalino, através das quais flui o curso principal do Rio Camurupim até o estuário. A vegetação é

característica da caatinga arbórea e arbustiva, juntamente com espécies do bioma cerrado, indicando características de áreas de transição. Nas áreas mais baixas, a presença de extensas áreas de carnaubais é observada.

O clima exerce impacto sobre as características geológicas da região, contribuindo para a formação das diversas formas de relevo, as diferentes classes de solos e as associações vegetais.

## 2.2 Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi desenvolvida em etapas: a primeira a revisão bibliográfica e documental em revistas científicas, livros, teses e dissertações, entre outras fontes secundárias. Foi organizada a base de dados (vetores e matriciais) disponíveis de forma gratuita em sites oficiais, a citar ANA, IBGE e MapBiomias. Ainda nessa etapa em ambiente SIG, com o uso do *software* de geoprocessamento QGIS 3.4 definiu-se o sistema de coordenadas para *Universal Transversa de Mercator* (UTM) e Datum SIRGAS 2000 com Fuso 24S. Posteriormente, foi elaborado os mapas temáticos referentes à BHRC, como o mapa de localização (IBGE, 2020), mapa de solos (IBGE, 2019), mapa de declividade (EMPRAPA, 2009; 2018), e de uso e cobertura das terras (MapBiomias, 2021) e o de erodibilidade dos solos (CREPANI, 2001; OLIVEIRA, AQUINO, 2021).

Na etapa seguinte foi realizada a visita de campo na área da BHRC, em outubro de 2022 e em fevereiro de 2023, onde foram feitas observações e registros fotográficos da paisagem e das formas de uso e cobertura da terra e atividades econômicas na área, com o auxílio de máquina fotográfica, prancheta de campo e GPS *Garmin*. Nessa etapa, foi percorrida quase toda a totalidade da bacia, desde a montante em Bom Princípio do Piauí/Cocal ao exutório, na Praia de Macapá em Luís Correia.

A seguir serão detalhados os procedimentos utilizados para manuseio dos dados, alfanuméricos, vetoriais e matriciais, voltados aos mapas temáticos das variáveis ambientais citados anteriormente.

### 2.2.1 Declividade média do relevo (Dm)

Foram adquiridos dados matriciais, a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) do banco de dados do Brasil Relevo da EMBRAPA oriundo da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), foi realizado o download dos dados referentes à área de estudo, posteriormente refinados

e trabalhados em ambiente SIG. Os intervalos de classes para a declividade da BHRC tiveram por base a EMBRAPA (2009), que estabelece cinco classes, que varia do plano ao escarpado, adaptadas conforme a área em estudo que tem predominância do declive plano a suave ondulado (Tabela 1).

**Tabela 1** – Classes de declividade média do relevo para a BHRC

Declividade (%)	Classes
0 a 3	Plano
3 a 8	Suave Ondulado
8 a 20	Ondulado
20 a 45	Forte Ondulado
45 a 75	Montanhoso
>75	Escarpado

Fonte: Adaptado de EMPRAPA (2009).

### 2.2.2 Mapa de Uso e Cobertura das terras

A elaboração do mapa de uso e cobertura da terra da BHRC foi obtido por meio dos dados fornecidos pela coleção 7, para o ano de 2021, da plataforma do MapBiomias (2021). As camadas de uso da terra foram reclassificadas usando a ferramenta “reclassificação por tabela” no QGIS 3.4, com adaptações para a área de interesse, com a inclusão de subclasses e agrupamento de outras (Tabela 2). Utilizou-se a simbologia conforme a paleta de cores da coleção 7.

Para a análise quantitativa dos dados obtidos no mapa de uso da terra foi utilizada a ferramenta *LecoS-Landscape Ecology Statistics* do QGIS 3.4, que possui uma variedade de índices que servem para calcular métricas das paisagens de camadas *raster*. Esses índices permitem descrever de forma quantitativa a composição estrutural e a configuração espacial da paisagem, fornecendo um suporte científico que evidencia as suas condições funcionais (AMORIM, SOUSA, PIROLI, 2021). Para este estudo interessou quantificar a área e os fragmentos de cada classe de uso na BHRC, dessa forma foi analisado apenas as métricas: Área da Classe (*Land cover*) e o Número de Fragmentos (*Number of Patches*) (Tabela 2).

**Tabela 2** – Métricas de paisagem do uso e cobertura da terra para o ano de 2021 da BHRC

ND	Classes	Área da Classe (m <sup>2</sup> )	Área da Classe (%)	Número de Fragmentos
1	Formação Florestal	507170700	61,23	764
2	Formação Savânica	244845900	29,56	1515
3	Mangue	14312700	1,73	58
4	Apicum	11770200	1,42	119
5	Formação natural não florestal	2358000	0,28	228
6	Agropecuária	13660200	1,65	630
7	Duna	7563600	0,91	207
8	Área Urbanizada	1219500	0,15	11
9	Área não vegetada	6750000	0,81	341
10	Aquicultura	6798600	0,82	25
11	Rio	11898900	1,44	176
	<b>Total</b>		100,00	

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2021).

### 2.2.3 Erodibilidade dos solos (K)

A erodibilidade refere-se à capacidade de um determinado solo resistir à atuação de processos erosivos, sobretudo a erosão hídrica (BELTRAME, 1994). A análise corresponde ao fator K da Equação Universal de Perda de Solo (USLE), que é influenciado pelos atributos intrínsecos do solo, como a granulometria, a estrutura, o conteúdo de carbono orgânico, a permeabilidade, a profundidade, a presença ou ausência de camada compactada e a pedregosidade (WISCHMEIER E SMITH, 1978; RAMALHO-FILHO, BEEK, 1995).

Quanto a espacialização e caracterização das unidades de solos levou-se em consideração o esboço pedológico do IBGE (IBGE, 2019) e os estudos de CABRAL et al. (2019); CABRAL, VALLADARES; AQUINO (2020); com o recorte para a área da BHRC, nos quais obteve-se as seguintes unidades: GLEISSOLOS SÁLICO (GZn), ARGISSOLO AMARELO (PAd), ARGISSOLO VERMELHO AMARELO (PVAe), NEOSSOLO LITÓLICO (RLd), NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo) e o PLANOSSOLO HÁPLICO (SXe).

Para a determinação do Fator K, foi aplicada a metodologia sugerida por Crepani et al. (2001), para estimativa das classes de erodibilidade, que considera o grau de desenvolvimento ou maturidade dos solos, os níveis são representados em cinco (05) classes nominais de intensidade: Muito Baixa (1); Baixa (2); Média (3); Alta (4); Muito Alta (5), essa metodologia foi utilizada por Oliveira e Aquino (2021).

Para a área de estudo foi gerada três classes, conforme a associação dos solos presentes na BHRC (Quadro 1).

**Quadro 10** – Classe de solos e classificação da erodibilidade da BHRC

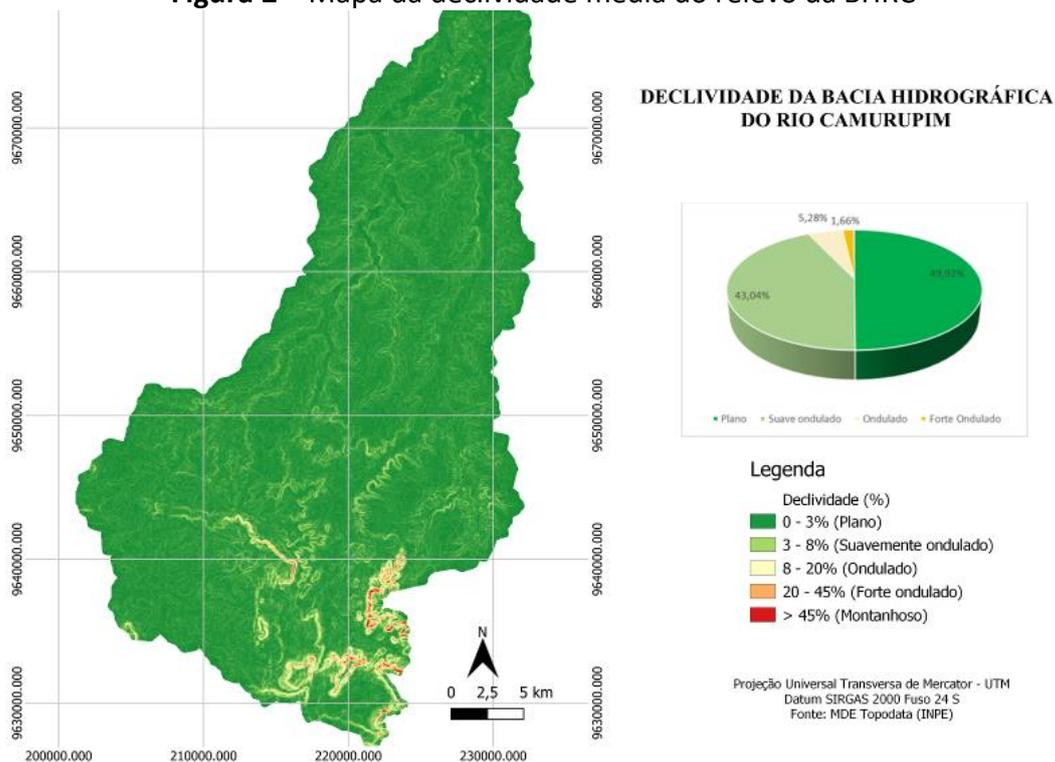
Tipos de Solos (SIBCS)	Classe de Fragilidade	Nota
ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico, A moderado, textura média, fase relevo plano e suave ondulado. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Estrófico típico arenosa/argilosa A moderado e A proeminente plano	Média	3
NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico arenosa e média A fraco e A moderado pedregosa I ondulado e forte ondulado com AFLORAMENTOS DE ROCHAS ondulado e forte ondulado  NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico arenosa A fraco plano e suave ondulado	Alta	4
PLANOSSOLO HÁPLICO Estrófico arenosa/média e arenosa/argilosa A fraco plano		
GLEISSOLO SÁLICO Sódico típico, A fraco, textura indiscriminada, fase relevo plano	Muito Alta	5

Fonte: adaptado de EMBRAPA (2009); CABRAL, VALLADARES; AQUINO (2020).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bacia Hidrográfica, como já mencionada, é uma das seis bacias costeiras do litoral do Piauí, e revela um conjunto paisagístico de unidades ambientais naturais, associadas às atividades antrópicas. A bacia possui baixa altimetria e é influenciada pelos processos climatometeorológicos costeiros, predominando relevos planos com valores de declividade variando de 3 a 8%. Isso caracteriza um ambiente deposicional, presente em todo o baixo e médio curso da BHRC (Figura 2). A área abrange a faixa de praia, as planícies fluviomarinhas, as planícies de deflação eólica, bem como as áreas adjacentes às planícies fluviais e aos tabuleiros costeiros. Além disso, a região também apresenta relevos ondulados a montanhosos, com declividades variando entre 20 e 75%, com a presença de morros e serras baixas. (Figura 3).

**Figura 2 – Mapa da declividade média do relevo da BHRC**



Fonte: Autores (2022).

**Figura 3 – Área em Luís Correia (PI), com a presença de relevo plano, cobertura vegetal esparçada típica de caatinga e ao fundo serras baixas vegetadas.**



Fonte: Autores (2022).

A predominância do relevo plano a suavemente ondulado na BHRC favorece o desenvolvimento de atividades voltadas à agropecuária, com destaque para culturas de subsistência. Entre elas, sobressaem-se os cultivos de mandioca, milho e feijão, que apresentam as maiores produções nos municípios que compõem a BHRC (Tabela 3).

**Tabela 3 – Principais produtos agrícolas dos municípios da BHRC<sup>1</sup> (2021)**

Município	Culturas	Produção (t)	Valor (R\$ mil)
Luís Correia	Arroz	19	19
	Castanha de Caju	274	685
	Coco da Baía	540	540
	Feijão	1.393	3.483
	Mandioca	34.230	11.981
	Milho	2.425	1.698
Município	Culturas	Produção (t)	Valor (R\$ mil)
Bom Princípio do Piauí	Arroz	-	-
	Castanha de Caju	518	1.036
	Feijão	828	1.867
	Laranja	25	18
	Manga	10	70
	Mandioca	22.280	5.570
Milho	1.449	942	
Município	Culturas	Produção (t)	Valor (R\$ mil)
Cocal	Arroz	145	145
	Banana	80	120
	Cana de Açúcar	420	67
	Castanha de Caju	960	2.208
	Coco Baía	72	58
	Fava	06	30
	Feijão	2.357	5.893
	Laranja	50	35
	Mandioca	28.562	8.569
	Manga	150	105
Milho	3.972	2.780	

<sup>1</sup> O município de Cajueiro da Praia ficou de fora por ter menor área na BHRC.

**Fonte:** IBGE – Produção Agrícola Municipal (2021).

No que diz respeito à pecuária, é importante ressaltar o efetivo de gado bovino, caprino e suíno, bem como a produção de camarão. Esta última atividade ocorre principalmente em áreas próximas aos manguezais, onde a produção atinge a marca de 657.267 toneladas por ano (IBGE, 2021), no município de Luís Correia (Tabela 4). Além disso, destaca-se o crescimento dos tanques utilizados para a carcinicultura, situados em áreas de manguezais e apicuns nas planícies fluviomarinhas dos municípios de Luís Correia e Cajueiro da Praia. Isso caracteriza um conflito ambiental na região (SOUSA, 2019).

**Tabela 4 – Atividades econômicas dos municípios da BHRC<sup>1</sup> (2021)**

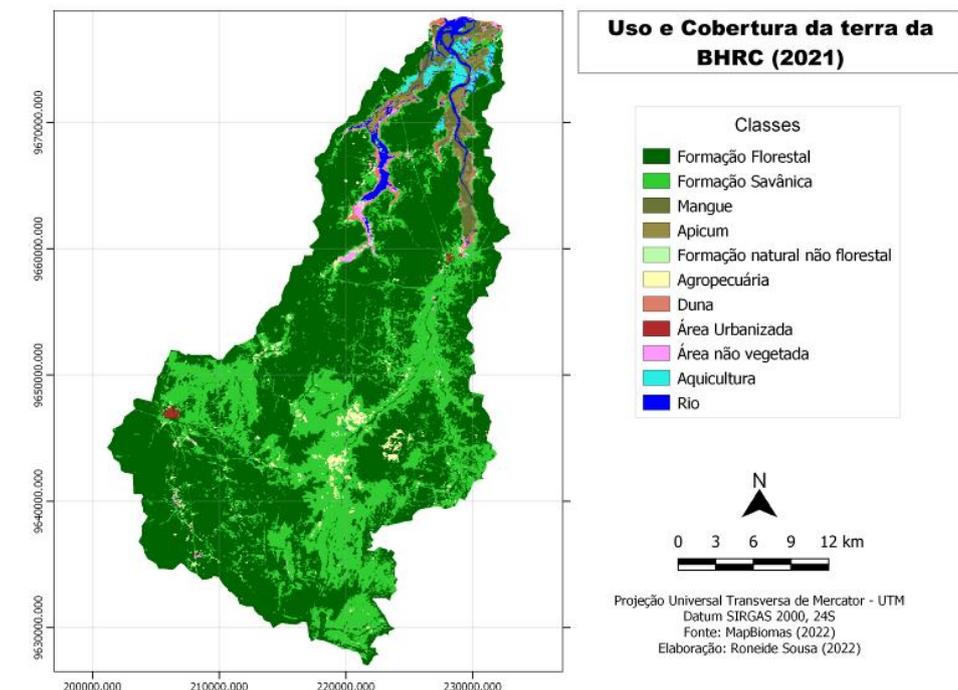
Município	Efetivo	Unidade	Quantidade
Luís Correia	Bovino	Cabeça	8.849
	Caprino	Cabeça	11.019
	Ovino	Cabeça	7.978
	Suíno	Cabeça	12.978
	Leite de Vaca	Mil l	2.474
	Mel de Abelha	kg	-
	Pesca – Tambaqui	kg	4.500
	Pesca – Tilápia	kg	7.600
Bom Princípio do Piauí	Pesca - Camarão	kg	657.267
	Bovino	Cabeça	3.102
	Caprino	Cabeça	1.719
	Ovino	Cabeça	1.666
	Suíno	Cabeça	2.687
	Leite de Vaca	Mil l	411
	Mel de Abelha	kg	1.425
	Pesca – Tambaqui	kg	-
Cocal	Pesca – Tilápia	kg	2.500
	Bovino	Cabeça	7.024
	Caprino	Cabeça	21.161
	Ovino	Cabeça	5.612
	Suíno	Cabeça	21.741
	Leite de Vaca	Mil l	648
	Mel de Abelha	Kg	9.848
	Pesca – Tilápia	kg	13.850

<sup>1</sup> O município de Cajueiro da Praia ficou de fora por ter menor área na BHRC.

**Fonte:** IBGE – Produção Agrícola Municipal (2021).

Os dados de uso da terra, fornecidos pelo MapBiomas (2021) e posteriormente reclassificados, atribuem à área da BHRC um total de 11 classes de uso da terra (Figura 4). Estas classes estão distribuídas da seguinte maneira: Formação Florestal (61,23%), Formação Savânica (29,56%), Mangue (1,73%), Apicum (1,42%), Formação Natural Não Florestal (0,28%), Agropecuária (1,65%), Dunas (0,91%), Área Urbanizada (0,15%), Área Não Vegetada (0,81%), Aquicultura (0,82%) e Rios (1,44%). A classe mais representativa é a de Formação Florestal, caracterizada por uma densa cobertura vegetal savânica-arborizada, frequentemente associada a carnaubais. A área urbana corresponde à cidade de Bom Princípio do Piauí, que é a única sede municipal localizada dentro da área da bacia.

**Figura 4** – Uso e Cobertura da terra da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Camurupim (2021)



Fonte: Adaptado de MapBiomas (2022).

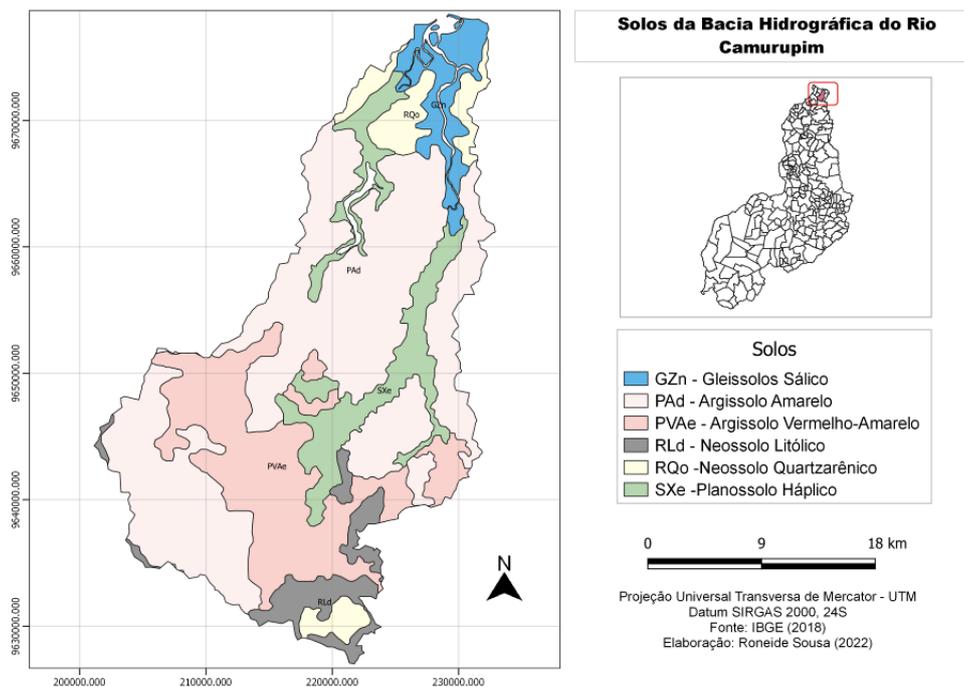
Os fragmentos mais significativos na paisagem da BHRC estão distribuídos da seguinte forma, em ordem de predominância: Formação Savânica (1.515 fragmentos), Formação Florestal (764 fragmentos) e Agropecuária (630 fragmentos). Se analisado em um recorte temporal é possível aferir quanto a diminuição das possibilidades de manutenção e regeneração da biodiversidade, frente ao uso da terra, nessas paisagens, sobretudo com a introdução da cultura da soja na área BHRC.

A partir dos fragmentos, é viável obter informações sobre se eles estão agregados ou dispersos na paisagem, indicando a presença ou a necessidade de implementação de elementos de conexão, como os corredores ecológicos (CUNHA et al., 2014). Valente e Vettorazzi (2002) afirmam que qualquer alteração que ocorra na área de um fragmento pode levar à redução do tamanho populacional de espécies, afetando a estrutura da paisagem e os processos ecológicos, comprometendo, assim, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (AMORIM, SOUSA; PIROLI, 2021). Na área da bacia, as principais alterações na cobertura vegetal estão relacionadas a áreas de pastagem e agricultura.

Em relação aos tipos de solos, Oliveira e Aquino (2021) destacam que eles, combinados com a declividade do terreno, contribuem para a suscetibilidade aos processos erosivos, apresentando

diferentes níveis de fragilidade. Na área de estudo da BHRC, destacam-se seis grupos de solos (Figura 5). A distribuição espacial da erodibilidade dos solos na BHRC revelou que 71% da bacia foi classificada como média, 24% como alta e apenas 5% como muito alta (Figura 6).

**Figura 5 – Tipos de solos na área da BHRC**

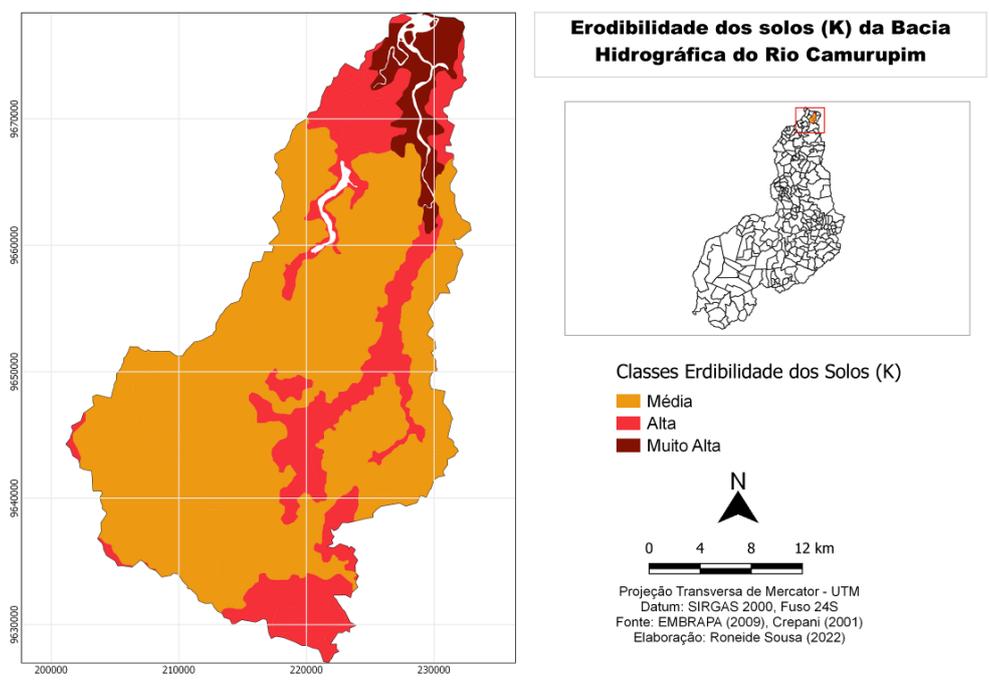


A presença de diferentes usos da terra, como Formação Savânica, Formação Florestal, Agropecuária e outros, influencia a exposição dos solos a fatores erosivos, degradação e alterações na sua estrutura natural. Por exemplo, áreas com cobertura florestal tendem a preservar a integridade dos solos, minimizando a erosão e mantendo a biodiversidade do ecossistema. Por outro lado, áreas de agropecuária podem ser mais suscetíveis à erosão e degradação do solo, especialmente em locais onde práticas inadequadas de manejo são aplicadas.

Os tipos de solos presentes na BHRC, possuem diferentes níveis de fragilidade aos processos erosivos. A combinação entre o uso da terra e esses tipos de solos pode amplificar ou mitigar os impactos negativos, dependendo das práticas de manejo adotadas. Dessa forma, fica evidente a necessidade de um planejamento cuidadoso para a introdução de diversos usos na bacia, como é o caso da cultura da soja. Essa cultura foi mapeada pelo MapBiomias e confirmada por observações

de campo. Neste estudo, ela foi incluída na classe de agropecuária no mapa de uso e cobertura da terra, devido à sua presença em uma pequena porção do território do município de Cocal.

**Figura 6 – Erodibilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim**



Fonte: Autores (2022).

Os solos ARGISSOLOS AMARELO Distrófico compreendem 49% da BHRC e apresentam um relevo plano a suave ondulado, o que favorece a mecanização das atividades agrícolas. Eles têm origem a partir de materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares da formação Barreiras. A principal limitação desses solos é a sua fertilidade normalmente baixa (Distrófica), juntamente com o risco de erosão devido à diferença de textura entre as camadas superficiais e subsuperficiais, bem como a inclinação do terreno (EMBRAPA, 2010). No entanto, eles têm boas características físicas de retenção de umidade e permeabilidade.

Na área da BHRC, esses solos são extensivamente utilizados para cultivos e pastagens. Os Argissolos dessa categoria foram considerados de média fragilidade porque, além de sua textura argilosa ou média/argilosa, não possuem horizontes abruptos, favorecendo a infiltração e a percolação da água através de suas camadas (CABRAL, VALLADARES; AQUINO, 2020).

Por outro lado, os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO Eutróficos, que representam 22% da área da BHRC, são os solos naturalmente férteis, possuindo boas propriedades físicas. Esses solos

são mais adequados para a agricultura em relevos suaves, porém, apresentam suscetibilidade a processos erosivos, especialmente quando localizados em terrenos mais inclinados. Os Argissolos tendem a ser mais suscetíveis aos processos erosivos devido à relação textural presente nestes solos, que implica em diferenças de infiltração dos horizontes superficiais e subsuperficiais, porém, os de texturas mais leves ou textura média e de menor relação textural são mais porosos, possuindo boa permeabilidade, sendo, portanto, menos suscetíveis à erosão (EMPRABA, 2010).

Os PLANOSSOLOS HÁPLICOS Estrófico ocorrem em 11% da bacia, principalmente em áreas de relevo plano a suave ondulado, onde há ocorrência periódica anual de excesso de água. Esses solos apresentam limitações relacionadas à permeabilidade lenta ou muito lenta, frequentemente compactados devido ao acúmulo de argila em sua superfície (EMBRAPA, 2010). Em seu estado natural, a penetração de raízes é prejudicada devido ao adensamento e à contrastante diferença de textura, tornando esses solos altamente suscetíveis à erosão. Eles possuem alta fragilidade devido às suas características físicas e estão distribuídos ao longo dos principais rios da bacia.

Os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS abrangem 6% da bacia e predominam em áreas de relevo plano a suave ondulado. Possuem textura arenosa em todo o perfil e uma coloração uniformemente amarelada abaixo do horizonte A, que é ligeiramente mais escuro (Figura 7). Embora o risco de erosão não seja tão alto devido ao relevo, é importante tomar precauções devido à textura predominantemente arenosa desses solos. Eles apresentam baixos teores de matéria orgânica, fósforo e micronutrientes, além de sofrerem intensa lixiviação de nitrato devido à sua textura predominantemente arenosa (EMBRAPA, 2010).

**Figura 7** – Paisagem da cobertura de Neossolo Quartzarênico, com relevo plano, planície de deflação eólica, uso pecuária extensiva, em Luís Correia



Fonte: Autores (2022).

De acordo com Cabral, Valladares e Aquino (2020), os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS possuem baixa fertilidade natural e uma capacidade limitada de retenção e disponibilidade de água. Esses solos exibem altas taxas de infiltração de água e predominam em áreas de relevo plano. Também se caracterizam por apresentar uma moderada erosão laminar e erosão eólica, além de serem excessivamente drenados, com ausência de rochosidade e pedregosidade.

Devido à sua porosidade, possuem alta permeabilidade, o que os torna inadequados para aterros sanitários e lagoas de decantação devido ao risco de contaminação dos aquíferos e suscetibilidade a inundações ou alagamentos (CABRAL, VALLADARES, AQUINO, 2020). Seu potencial agrícola é baixo, levando a baixas produtividades em culturas. Algumas culturas, como coqueiros e cajueiros, conseguem se adaptar bem a esses solos (EMBRAPA, 2010). Possuem fertilidade natural de baixa a média devido ao excesso de água em condições naturais, apresentando limitação moderada a forte para uso de máquinas agrícolas (CABRAL, VALLADARES, AQUINO, 2020).

Os NEOSSOLOS LITÓLICOS representam 5% da área da BHRC e estão localizados em terrenos mais acidentados com afloramentos rochosos. Esses solos são pouco desenvolvidos, rasos e não hidromórficos, com horizonte A diretamente sobre a rocha ou um horizonte C de pequena espessura (EMBRAPA, 2010). Eles são geralmente pedregosos e/ou rochosos, moderadamente a excessivamente drenados, com um horizonte A pouco espesso, cascalhento e textura predominantemente média, embora também possam ocorrer solos de textura arenosa, siltosa ou argilosa.

Esses solos possuem poucas opções de uso devido à sua baixa profundidade e à presença frequente de cascalhos e fragmentos de rocha em seu perfil, o que aumenta a suscetibilidade à erosão. Em áreas de relevo acidentado, onde esses solos são mais comuns, ocorrem problemas frequentes de erosão laminar e em sulcos, com intensidade severa a muito severa (EMBRAPA, 2010).

Os GLEISSOLOS SÁLICOS Sódico representam 5% da área da BHRC. Esses solos estão localizados em áreas de relevo plano, com declividades variando de 0% a 3%, e geologicamente pertencem aos depósitos litorâneos compostos por sedimentos marinhos arenosos e conchas. Conforme observado por Cabral, Valladares e Aquino (2020), a vegetação predominante nessa área é composta por arbustos. A erosão é ligeira e de caráter laminar, e os solos têm uma drenagem insuficiente. Devido à alta incidência de lençol freático e ao risco frequente de inundações ou

alagamentos, esses solos não são adequados para uso agrícola. Sua fertilidade natural é baixa a média devido ao excesso de água em condições naturais, e eles também apresentam limitação moderada a forte no uso de máquinas agrícolas (Figura 8, EMBRAPA, 2010).

**Figura 8** – Paisagem de apicum com ocorrência de GLEISSOLO SÁLICO Sódico típico, presente nas margens do Rio Camurupim, em Luís Correia



Fonte: Autores (2022).

Conforme a EMPRABA (2010), a concentração de sais solúveis no solo é alta e a dessalinização é difícil, cara e inviável pela proximidade com o mar, sendo recomendados para preservação ambiental. O seu caráter sódico causa toxidez à maioria das plantas, afetando o seu crescimento (EMPRABA, 2010; CABRAL, VALLADARES; AQUINO, 2020).

Os resultados dos tipos de solos presentes na BHRC estão intimamente relacionados com a declividade do terreno e a erodibilidade desses solos, o que influencia diretamente a suscetibilidade aos processos erosivos na região. A combinação desses fatores contribui para entender como a dinâmica da paisagem e o uso da terra podem interagir para afetar a vulnerabilidade ambiental da bacia. Áreas com solos mais susceptíveis à erosão em declives mais acentuados podem requerer práticas de manejo e conservação do solo mais intensivas para minimizar os impactos da erosão e preservar a qualidade do solo e dos recursos hídricos na bacia.

Por fim, a bacia possui uma cobertura vegetal significativa, que ajuda a proteger o solo, reduzindo o impacto direto das gotas de chuva e promovendo a infiltração da água, o que pode

atenuar a erosão. É importante considerar que a análise de erodibilidade não se limita apenas ao tipo de uso da terra, mas também leva em consideração as características do solo, topografia e práticas de manejo adotadas. Portanto, ressalta-se que as áreas onde a vegetação de caatinga está mais conservada, com uma cobertura vegetal densa e diversificada, a erodibilidade do solo pode ser moderada. A gestão adequada do uso da terra e a implementação de práticas de conservação do solo são essenciais para manter a qualidade da bacia hidrográfica e prevenir a erosão. Bem como, o estudo chama atenção para a vulnerabilidade dessas áreas aos diferentes usos antrópicos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim (BHRC) emerge como um mosaico complexo, onde os elementos naturais e antrópicos se entrelaçam de forma dinâmica e interdependente. Sua localização costeira, no contexto do semiárido nordestino, confere uma singularidade que requer atenção cuidadosa às suas características e fragilidades ambientais. O uso e a ocupação da terra nessa área revelam uma diversidade de atividades, desde a agropecuária até a produção de camarão, refletindo os desafios de harmonizar as demandas humanas com a conservação ambiental.

A unidade espacial das bacias hidrográficas é altamente dinâmica e complexa, pois cada elemento físico-natural que a compõe possui potencialidades e fragilidades diante das intervenções humanas. Como se trata de uma bacia hidrográfica costeira, seus componentes ambientais são naturalmente vulneráveis, requerendo atenção constante em relação às ocupações humanas, especialmente nas planícies de deflação eólica, onde o lençol freático é superficial e está sujeito a riscos de contaminação.

Os resultados do estudo apontam para uma predominância de relevos planos e suave ondulados na BHRC, com uma variedade de solos que apresentam diferentes graus de erodibilidade. A vegetação, que inclui trechos de caatinga, contribui para a complexidade da paisagem, com sua própria dinâmica e vulnerabilidade à erosão. O uso da terra, conforme retratado no mapa de uso e cobertura da terra, mostra uma mescla de classes, desde formações florestais até áreas urbanizadas, passando por atividades agropecuárias e aquicultura.

É notável a correlação entre os tipos de solos e a erodibilidade, destacando que os solos de baixa fertilidade natural, como os ARGISSOLOS AMARELOS e VERMELHO-AMARELOS, estão sujeitos

a uma média erodibilidade. Por outro lado, solos mais férteis e propensos à agricultura, como os ARGISSOLOS EUTRÓFICOS, possuem uma erodibilidade mais alta, exigindo práticas de manejo adequadas para mitigar os riscos erosivos.

A presença marcante da Formação Florestal como a classe dominante de uso da terra é um fator-chave que contribui para a erodibilidade média da bacia. Essa cobertura vegetal, embora proteja os solos, também está sujeita a processos de desmatamento e degradação, enfatizando a importância de estratégias de conservação e manejo sustentável.

Em resumo, a BHRC é um ambiente frágil e complexo, onde a interação entre a geologia, o relevo, os solos, a vegetação e as atividades humanas moldam sua dinâmica. A análise integrada desses fatores, empregando técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, proporciona insights valiosos para o planejamento e a gestão sustentável dessa região. Diante dos desafios impostos pelas transformações antrópicas e pelas condições naturais, é crucial que ações de conservação, monitoramento e manejo sejam implementadas de maneira holística, a fim de garantir a preservação da biodiversidade, dos serviços ecossistêmicos e da qualidade de vida das comunidades locais.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <http://snirh.gov.br/usos-da-agua/>. Acesso em: 9 nov. 2022.

AMORIM, A. T.; SOUSA, J. A. P. de; PIROLI, E. L. O Uso das métricas de ecologia da paisagem para análise dos padrões espaciais da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão da Boa Vista. **Formação (Online)**, Presidente Prudente, v. 28, n. 53, p. 625-642. 2021. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/8158>. Acesso em: 9 nov. 2022.

ANDRADE JUNIOR, A. S. *et al.* **Atlas climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/885291>. Acesso em: 9 nov. 2022.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas**: modelo de aplicação. Florianópolis: UFSC, 1994.

BRASIL. **Decreto de 28 de agosto de 1996**. Dispõe sobre a criação da área de proteção ambiental delta do Parnaíba, nos Estados do Piauí, Maranhão, e Ceará, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/DNN/Anterior\\_a\\_2000/1996/Dnn4368.htm#:~:text=DECRE](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/Anterior_a_2000/1996/Dnn4368.htm#:~:text=DECRE)

TO%20DE%2028%20DE%20AGOSTO,o%20que%20disp%C3%B5e%20o%20art. Acesso em: 9 nov. 2023.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 9 nov. 2022.

CABRAL, L. J. R. S.; VALLADARES, G. S.; AQUINO, R. P. Caracterização pedológica da planície costeira do estado do Piauí. **Geografia: Publicações Avulsas**, Teresina, v. 2, n. 1, p. 82-104, jan./jun. 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geografia/article/view/10716>. Acesso em: 1 fev. 2024.

CABRAL, L. R *et al.* Classificação dos solos da planície do Delta do Parnaíba, PI. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 4, p. 1466-1483, nov. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/239571#:~:text=As%20principais%20ordens%20de%20solos,Esodossolos%2C%20Cambissolos%20e%20os%20Vertissolos>. Acesso em: 2 fev. 2024.

CÂMARA, G.; DAVIS. C.; MONTEIRO, A. M.; D'ALGE, J. C. **Introdução à ciência da Geoinformação**. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CREPANI, E. O Núcleo de Desertificação de Gilbués observado pelo sensoriamento remoto e pelo geoprocessamento. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais [...]**. Natal: INPE, 2009, p. 5185–5192.

CREPANI, E *et al.* **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CUNHA, I. A *et al.* métricas da paisagem e geotecnologias na avaliação da fragmentação da vegetação na microbacia da casca, no estado de Mato Grosso. *In*: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 5., 2014, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: INPE, 2014, p. 609 -62.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 2 fev. 2024.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja -CNPSo. (2010). **Exigências climáticas para a cultura da Soja**. [S. l.]: EMBRAPA, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/444467/1/14.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2022.

EMBRAPA TERRITORIAL. **Satélites de monitoramento**. Campinas, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento>. Acesso em: 9 nov. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (2010). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 9 nov. 2022.

FIGUEIREDO, C. H. U. Potencial natural à erosão dos solos da sub-bacia hidrográfica do córrego da Vista Alegre, No Município de Muniz Freire (ES). **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaina, v. 10, n. 22, p. 221–230, 2021. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/geografia/article/view/11275>. Acesso em: 15 nov. 2022.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FUNDAÇÃO CEPRO. **Macrozoneamento costeiro do Estado do Piauí**. Fundação Rio Parnaíba. Teresina: 1996.

GUERRA, A. T. Degradação dos solos: conceitos e temas. In: GUERRA, A. T.; JORGE, M. C. O. (Org.). **Degradação dos solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. p. 15-50.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativa de população**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 2 fev. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal**. IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 2 fev. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pedologia**. Banco de Dados de Informações Ambientais - BDIA. IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/23382-banco-de-informacoes-ambientais.html>. Acesso em: 2 fev. 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Plano de manejo da área de proteção ambiental delta do Parnaíba**. Brasília (DF), 2020. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/apa-delta-do-parnaiba/arquivos/plano\\_de\\_manejo\\_da\\_apa\\_delta\\_do\\_parnaiba.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/apa-delta-do-parnaiba/arquivos/plano_de_manejo_da_apa_delta_do_parnaiba.pdf). Acesso em: 9 nov. 2022.

LAHSEN, M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; DALLA-NORA, E. L. (2016). *Undervaluing and Overexploiting the Brazilian Cerrado at Our Peril*. Environment, **Science and Policy for Sustainable Development**, [S. l.], v. 58, n. 1, p. 4-15. 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00139157.2016.1229537>. Acesso em: 2 fev. 2024.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

MAPBIOMAS. **O Projeto – Coleção 7**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org/o-projeto>. Acesso em: 15 nov. 2022.

MORAES, R. C. S.; SALES, M. C. L. Estimativa do potencial natural de erosão dos solos da bacia hidrográfica do Alto Gurguéia, Piauí-Brasil, com uso de sistema de informação geográfica. **Caderno de Geografia**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 84-105, nov. 2017. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2017v27nesp1p84>. Acesso em: 2 fev. 2024

OLIVEIRA, L. N.; AQUINO, C. M. S. Análise dos fatores de erodibilidade e declividade na Sub-Bacia hidrográfica do rio Gurgueia, Piauí - Brasil. **Terr@ Plural**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 1–14, mar. 2021. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/16655>. Acesso em: 15 nov. 2022.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1995.

RODRÍGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento ambiental em bacias hidrográficas. In: SILVA, E. V.; RODRÍGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. (Org.). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFC, 2011. p. 29-47.

SANTOS, F. A.; SILVEIRA MENDES, L. M.; BRITO DA CRUZ, M. L. Suscetibilidade biofísica a inundações da sub-bacia hidrográfica do rio Piracuruca. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 15, n. 1, p. 266–285, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/64590>. Acesso em: 2 fev. 2024.

SOUSA, R. S. **Planície costeira do Piauí**: Mapeamento das unidades de paisagem, uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2015.

SOUSA, R.S. **Zoneamento geocológico do complexo fluviomarinho dos rios Cardoso/Camurupim e porção costeira adjacente, litoral leste piauiense**. 2019. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia .Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2019.

SOUSA, R. S.; VALLADARES, G. S.; ESPÍNDOLA, G. M. DE. Análise do índice de vegetação (NDVI) e vulnerabilidade ambiental da planície costeira do estado do Piauí. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 18, n. 2, p. 82-99, 2016.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 62, p.114-29, 2002.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. Washington, DC: USDA, 1978. (*Agriculture handbook*, 537).

*Artigo recebido em: 28/02/2023.  
Aceito para publicação em: 04/11/2023.*