

# VULNERABILIDADE NATURAL E AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE ASSÚ/RN: BASES AO PLANEJAMENTO DO TERRITÓRIO

*Natural and environmental vulnerability in the municipality of Assú/RN: Basis for territory planning.*

## João Paulo Rodrigues Araújo

Secretaria de Estado da Educação, da Cultura, do Esporte e do Lazer do

Rio Grande do Norte, Brasil

[jrodrigues064@gmail.com](mailto:jrodrigues064@gmail.com)

## Alfredo Marcelo Grigio

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil

[alfredogrigio1970@gmail.com](mailto:alfredogrigio1970@gmail.com)

## Manoel Ciricio Pereira Neto

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil

[ciricioneto@uern.br](mailto:ciricioneto@uern.br)

Recebido: 28/03/2023

Aceito: 08/07/2024

## Resumo

Nas últimas décadas, a exploração contínua e intensiva dos recursos naturais do semiárido brasileiro tem levado à extensa degradação ambiental. A avaliação da vulnerabilidade ambiental surge como uma abordagem valiosa para compreender o potencial e as limitações das regiões naturais. Neste contexto, o objetivo deste estudo é analisar a vulnerabilidade natural e ambiental do município de Assú, no Rio Grande do Norte, identificando áreas com diferentes graus de instabilidade ecodinâmica. A metodologia empregada tem como base teórica a Ecodinâmica, utilizada para a avaliação e levantamento das áreas no município de Assú. A maior parte do território apresenta vulnerabilidade natural média (84,2%), seguida por áreas de alta vulnerabilidade (12,3%) e baixa vulnerabilidade (3,5%). Em relação à vulnerabilidade ambiental, predominam áreas de média vulnerabilidade (49,4%), seguidas por áreas de alta vulnerabilidade (35,4%) e baixa vulnerabilidade (15,1%). A aplicação desta metodologia, por meio do uso de indicadores, demonstrou ser eficaz para a compreensão das questões relacionadas à vulnerabilidade natural e ambiental na área de estudo. A análise das áreas naturais e sua respectiva vulnerabilidade é essencial para a promoção de estratégias de conservação e manejo sustentável dos recursos.

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade ambiental, Vulnerabilidade natural, Semiárido, Assú.

## Abstract

In recent decades, the continuous and intensive exploitation of natural resources in the Brazilian semi-arid region has led to extensive environmental degradation. The assessment of environmental vulnerability emerges as a valuable approach to understanding the potential and limitations of natural regions. In this context, this study aims to analyze the natural and environmental vulnerability of the municipality of Assú in Rio Grande do Norte,

identifying areas with different degrees of ecodynamic instability. The methodology employed is based on the theoretical framework of Ecodynamics, used for evaluating and surveying areas in the municipality of Assú. Most of the territory presents medium natural vulnerability (84.2%), followed by areas of high vulnerability (12.3%) and low vulnerability (3.5%). Concerning environmental vulnerability, areas of medium vulnerability predominate (49.4%), followed by areas of high vulnerability (35.4%) and low vulnerability (15.1%). The application of this methodology, through indicators, proved effective in understanding issues related to natural and environmental vulnerability in the study area. Analyzing natural areas and their respective vulnerability is essential for promoting conservation strategies and the sustainable management of resources.

**Keywords:** Environmental vulnerability, Natural vulnerability, Semi-arid, Assú.

---

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem-se observado um significativo histórico de degradação ambiental decorrente do uso intensivo de recursos naturais. O uso e a ocupação da terra têm sido fatores preponderantes que agravam essa degradação, levando à instabilidade emergente das áreas naturais. Além disso, a presença de fatores limitantes, como declividade acentuada, rugosidade do terreno e alta erodibilidade dos solos, associada à gestão ambiental ineficiente, pode aumentar a vulnerabilidade dos sistemas ambientais.

Nesse caso, nota-se que qualquer ação que altere o estado natural do ambiente tende a resultar em efeitos adversos, relacionados à vulnerabilidade do ambiente (Brasil, 2007). A vulnerabilidade natural pode ser entendida como sendo o grau de estabilidade ou instabilidade do ambiente em relação à dinâmica dos processos morfogenéticos, pedogenéticos e de fitossucessão atuantes. A vulnerabilidade ambiental está relacionada à capacidade do ambiente de responder aos efeitos adversos provocados por ações humanas, considerando suas características naturais e antropogênicas e sua estabilidade diante da pressão e degradação do ecossistema (Zanela; Dantas; Olímpio, 2011).

Metodologicamente, os estudos de vulnerabilidade ambiental englobam o mapeamento, a análise e o entendimento das potencialidades e instabilidades de uma área. Esses estudos se relacionam com a identificação dos fatores que comprometem o equilíbrio ambiental, com base no grau de estabilidade/instabilidade morfodinâmica da paisagem (Tricart, 1977; Ross, 1994; Pereira Neto; Fernandes, 2015). Assim, os estudos de vulnerabilidade ambiental buscam indicar as potencialidades e limitações do uso e ocupação humana, contribuindo para o entendimento socioespacial (Santos et al., 2006). A elaboração de mapas de vulnerabilidade ambiental é uma ferramenta crucial para entender os processos antrópicos que afetam diretamente os processos físicos naturais de

uma área, permitindo identificar áreas apropriadas ou restritas para determinados usos (Nicolau, 2018). A proposição de estudos baseados na ecodinâmica é ainda valiosa para subsidiar o planejamento e equilibrar a conservação e recuperação ambiental com o desenvolvimento tecnológico, econômico e social (Spörl, 2001).

O estudo de vulnerabilidade ambiental é uma ferramenta de análise vital para subsidiar o planejamento e a gestão, integrando os fatores físico-ambientais e as instabilidades em relação ao uso da terra (Araújo, 2019). Assim, tais estudos se mostram cruciais ao planejamento do território, pois permite identificar as áreas mais instáveis que necessitam de maior atenção à dinâmica dos processos morfodinâmicos. Esse instrumento é essencial para a tomada de decisões e para a conservação e uso sustentável do território.

No semiárido brasileiro, a instabilidade ecodinâmica é exacerbada pelo uso inadequado do solo, configurando a ocorrência de núcleos de desertificação (Pereira Neto; Fernandes, 2015). Nesse contexto, a falta de conhecimento das limitações naturais, somada ao uso indiscriminado do solo e ao aumento dos processos erosivos, tem elevado o risco a avanço dos processos de desertificação (Barbosa Neto; Silva; Araujo, 2013).

O município de Assú/RN, situado na região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, destaca-se como uma das áreas de povoamento mais antigas na região devido às condições favoráveis ao desenvolvimento do extrativismo vegetal e da fruticultura irrigada. Esse contexto é favorecido pela Bacia Potiguar e pela extensa planície fluvial do rio Piranhas-Assú, que oferece solos férteis e recursos hídricos abundantes. Além disso, mais recentemente, têm-se destacado o avanço de processos de desertificação, evidenciado por processos morfodinâmicos intensos (CGEE, 2016; Peixoto; Pereira Neto; Guedes, 2021).

A análise do uso e ocupação do solo nos últimos 40 anos no município de Assú/RN revela diversas modificações ambientais, intensificadas pela atividade humana. Essas mudanças alteraram significativamente a paisagem, a dinâmica natural e as dinâmicas sociais, econômicas e políticas da região (Araújo; Grigio; Pereira Neto, 2019; Peixôto; Araújo; Pereira Neto, 2023), aumentando atualmente a vulnerabilidade ambiental do município. A intensificação do uso inadequado do solo e a falta de gestão sustentável dos recursos naturais têm exacerbado os riscos de degradação e desertificação, evidenciando a necessidade urgente de intervenções planejadas e medidas de conservação

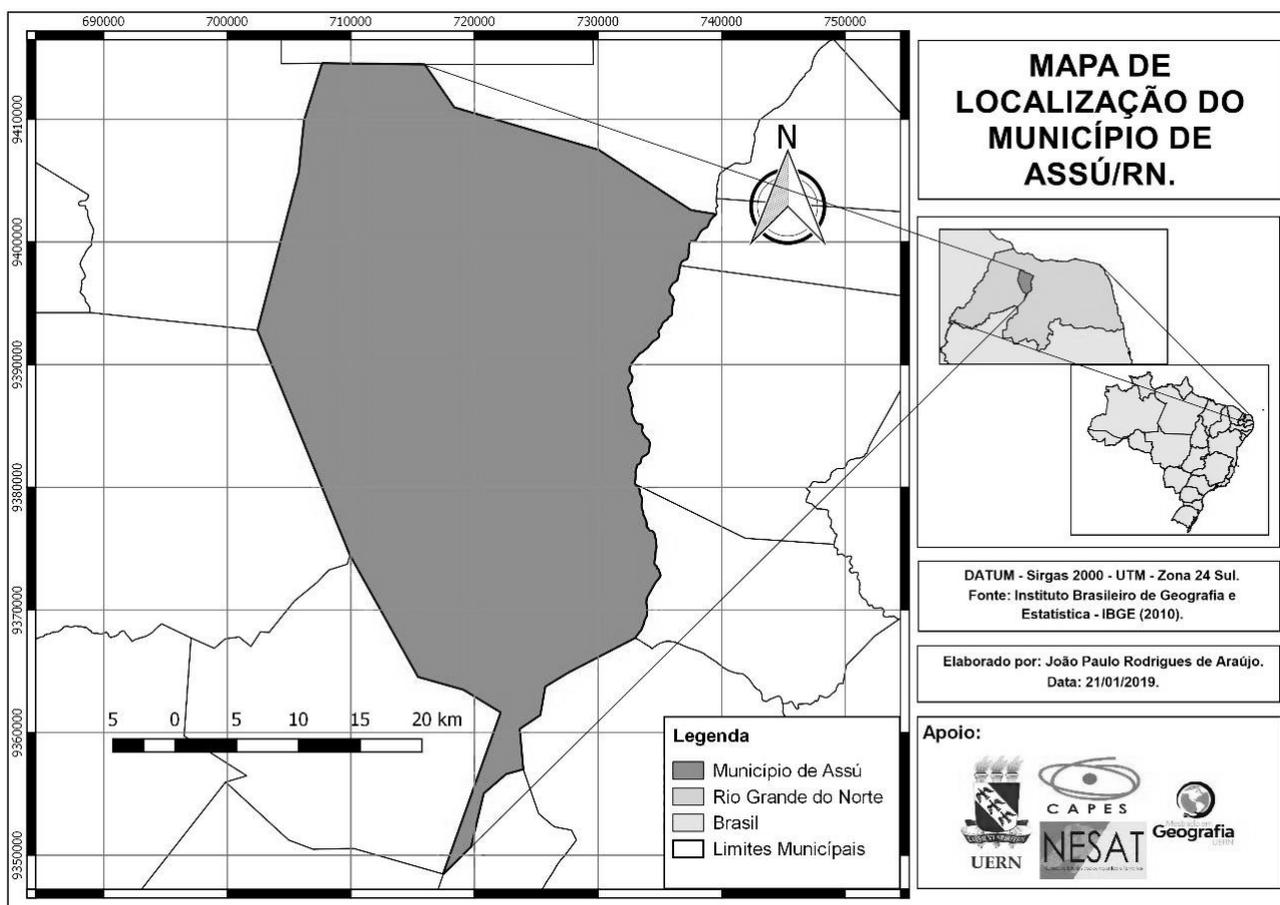
Desse modo, este estudo tem o objetivo de analisar a vulnerabilidade natural e ambiental do município de Assú/RN, considerando um polo econômico regional, identificando as áreas de maior ou menor instabilidade ecodinâmica. Os resultados obtidos subsidiarão o reconhecimento da complexidade dos ambientes semiáridos no estado

potiguar e em áreas similares, contribuindo para o entendimento da configuração do uso e cobertura da terra e para a formulação de políticas de planejamento e gestão do território.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Área de Estudo

O município de Assú está situado na região central do Rio Grande do Norte (Figura 1), inserido na região semiárida potiguar. É caracterizado por uma temperatura média de 28,1°C e precipitação média anual entre 600 e 700 mm, com alta evapotranspiração. As chuvas são concentradas e há 7 a 8 meses de seca ao longo do ano (CPRM, 2005; Diniz; Pereira, 2015; EMPARN, 2022).



**Figura 1** – Mapa de Localização do Município de Assú, no estado potiguar.

**Fonte:** elaborado pelo autor, (2019).

Entre as formações geológicas presentes no município de Assú, destacam-se o Domínio Rio Piranhas-Seridó, que abrange o Complexo Caicó e a Suíte Poço da Cruz; as Bacias Sedimentares Cretáceas, representadas pela Formação Açu e Formação Jandaíra da Bacia Potiguar; e as Coberturas Continentais Cenozoicas, representadas pelo Grupo

Barreiras e Depósitos colúvio-eluviais, aluvionares antigos, flúvio-lacustrinos e aluvionares (Angelim *et al.*, 2007). Do ponto de vista geomorfológico, destacam-se a Depressão Sertaneja, o Planalto de Serra do Mel, a Planície fluvial do Piranhas-Assú e os inselbergs. Nessas áreas, encontram-se associações de depósitos sedimentares e predominância de Latossolos, Neossolos, Luvisolos, Planossolos, Chernossolo e Argissolos.

## **2.2. Procedimentos metodológicos**

O trabalho foi desenvolvido em três etapas, abrangendo a pesquisa, análise e interpretação de resultados: I) Levantamento e seleção de material bibliográfico e cartográfico: envolveu o levantamento preliminar de dados cartográficos, imagens de satélite e dados secundários; II) Processamento e alimentação dos dados em ambiente SIG: incluiu o pré-processamento, digitalização, processamento digital das imagens e tratamento dos dados secundários, bem como vetorização das cartas e imagens e controle de campo; III) Análise da paisagem e da vulnerabilidade, por meio do cruzamento dos dados para a obtenção dos mapas de vulnerabilidade natural e ambiental e análise da evolução do uso e cobertura da terra.

## **2.3. Levantamento e seleção de material bibliográfico e cartográfico**

Para o levantamento e seleção do material cartográfico, foram utilizados os seguintes dados e informações: a) Carta Topográfica Folha 975 - SB.24 X-D-V - ASSU, Escala 1:100.000, elaborada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), impressa em 1972; b) Imagem Landsat-8 OLI (Operational Land Imager), com resolução de 15 metros, com data de 3 de julho de 2018. No processo de seleção da imagem de satélite, considerou-se a disponibilidade após um extenso período de seca na região e a melhor visualização do terreno no recorte espacial pesquisado. A imagem foi disponibilizada gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

## **2.4. Processamento e alimentação dos dados em ambiente SIG**

Em relação ao processamento e alimentação de dados, essa etapa incluiu a digitalização das cartas topográficas, o pré-processamento, o processamento digital das imagens e o tratamento dos dados secundários. Após obter os arquivos digitais georreferenciados dos documentos cartográficos e das imagens, os dados foram inseridos em ambiente SIG, junto aos softwares ArcGIS 10.0 e QGIS 2.14, iniciando a vetorização.

As visitas à campo ocorreram no início do trabalho para o reconhecimento visual da área de estudo e, posteriormente, para auxiliar na interpretação das imagens, registrar pontos relevantes com o auxílio de um GPS (Garmin 12) e realizar o controle de campo. Essas visitas possibilitaram ainda a identificação das classes de uso e cobertura da terra e a verificação das unidades geológicas e geomorfológicas.

Os dados obtidos nas etapas anteriores (seleção, digitalização, pré-processamento, processamento e vetorização do material cartográfico, das imagens de satélite e dados secundários) integraram o banco de dados, com a geração dos mapas temáticos deste trabalho, para dar continuidade à etapa de processamento e análise dos dados. Após esse processo foram retificados os mapas temáticos: Mapa Base, Mapa de Controle de Campo, Mapa de Uso e Cobertura da Terra, Mapa de Geomorfologia, Mapa de Geologia Simplificada, Mapa de Solos/Associação de Solos, Mapa de Clima, Mapa de Vegetação, Mapa de Vulnerabilidade Natural e Mapa de Vulnerabilidade Ambiental. As bases de informações para a formulação dos mapas temáticos foram obtidas de Angelim *et al.* (2007), IBGE (2010), EMBRAPA (2018) e CPRM (2017).

Para o entendimento do uso e cobertura da terra no município de Assú, durante o ano de 2018, foram analisadas as classes de uso da terra baseadas no Manual de Uso da Terra do IBGE (2010). Foram definidas cinco classes de uso e ocupação para Assú: Cobertura Vegetal, Áreas Agrícolas, Área Urbana, Corpos Hídricos e Solo Exposto.

As informações foram tratadas e analisadas por meio da identificação de "áreas/classes homogêneas" a partir da classificação semi-supervisionada, através do método de máxima verossimilhança usando o plugin Semi-Automatic Classification no software QGIS 2.18 (Quadro 1). O mapeamento e as classes identificadas foram verificados em campo durante o primeiro semestre de 2018.

**Quadro 1:** Composição de imagens de satélite utilizadas no estudo.

Sensor	Satélite	Órbita/ Ponto	Data	Resolução Espacial	Bandas	Composições utilizadas
OLI ( <i>Operation Land Imager</i> )	Landsat 8	215/065	03/07/2018	15 metros	2,3,4,5,6,7,8	RGB-3-2-1 RGBI-3-2-18 RGB- 74-53-43 RGB-74-48-8

Fonte: elaborado pelo autor.

## 2.5. Análise da paisagem e da vulnerabilidade natural e ambiental

A análise da paisagem e da vulnerabilidade natural e ambiental foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa, foram cruzados mapas de geomorfologia, geologia simplificada,

solos/associação de solos e vegetação do banco de dados, resultando no mapa de vulnerabilidade natural. Na segunda etapa, o mapa de vulnerabilidade natural foi integrado aos dados de uso e cobertura da terra, gerando o mapa de vulnerabilidade ambiental. É importante ressaltar que, embora possa parecer repetitivo, esta integração é crucial, pois a vegetação é um forte indicador tanto de instabilidade potencial, quanto da situação dos *usos e cobertura* da terra relacionados à ação humana na paisagem e à instabilidade ecodinâmica emergente (Pereira Neto; Fernandes, 2016).

O grau de vulnerabilidade foi baseado no conceito de estabilidade/instabilidade da análise ecodinâmica de Tricart (1977), em que a análise é direcionada de acordo com o balanço morfogenético como indicador. As classes em cada mapa receberam valores numéricos conforme Crepani *et al.* (2001) e Grigio (2008), numa escala de 1,0 a 3,0. Valores próximos de 1,0 indicam predomínio de processos de pedogênese (estabilidade), valores em torno de 2,0 representam situações intermediárias, e valores próximos de 3,0 indicam predomínio de processos erosivos e de instabilidade (Quadro 2).

O cruzamento dos mapas temáticos de vulnerabilidade natural foi realizado utilizando o ArcGis 10.0, usando a ferramenta "Weighted Overlay". Primeiramente, foram combinados mapas de geologia, geomorfologia, solos e vegetação, e em seguida foi calculada a média dos valores de vulnerabilidade natural para cada classe temática, ponderados de acordo com os pesos propostos por Grigio (2008).

Para criar o mapa de vulnerabilidade ambiental, foi cruzado o mapa de vulnerabilidade natural (Grigio, 2008) com o mapa de uso e ocupação da terra de 2018, utilizando a mesma escala de 1 a 3 aplicada anteriormente. Após o cruzamento, calculou-se a média ponderada dos valores para obter três classes de vulnerabilidade ambiental. Esse método de ponderação de fatores foi aplicado para melhor representar as condições da área de estudo, com cada fator recebendo um peso que indica sua importância relativa no conjunto das variáveis, conforme a metodologia utilizada e observada no Quadro 3.

$$0,2 \times [\text{tema 1}] + 0,1 \times [\text{tema2}] + 0,1 \times [\text{tema3}] + 0,1 \times [\text{tema4}] + 0,5 \times [\text{tema5}]$$

**Quadro 2:** Grau de vulnerabilidade das classes dos mapas temáticos.

CLASSES TEMÁTICAS	GRAU VULNERABILIDADE
<b>GEOLOGIA</b>	
Formação Jucurutu	1,0
Suíte Poço da Cruz	1,0
Formação Caicó	1,0
Formação Açú	2,0
Grupo Barreiras Arenito e conglomerados	2,0
Formação Jandaira	2,0
Deposito Fluvio-Lacuste	3,0
Depósitos Aluvionais Antigos	3,0
Depósitos Coluvio-aluviais	3,0
Depósitos Aluvionais	3,0
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	
Depressão Interplanáltica do Apodi-Mossoró	1,0
Planalto da Serra do Mel	1,0
Depressão Interplanáltica do Piranhas-Açu	2,0
Tabuleiros Interiores	2,0
Inselbergs e Campos de Inselbergs	3,0
Planícies Fluviais da Bacia do Piranhas-Açu	3,0
<b>SOLOS PREDOMINANTES</b>	
Planossolos	1,0
Latosolos	1,0
Luvissolos	2,0
Chernossolos	2,0
Argissolos	2,0
Neossolos	3,0
<b>USO E COBERTURA DA TERRA</b>	
Caatinga Densa	1,0
Caatinga Rala	2,0
Área Urbana	3,0
Pastagem	3,0
Agricultura	3,0
Campo de Petróleo	3,0
Usina de Energia Solar	3,0
Subestação de Energia	3,0
Lixão Municipal	3,0
Área de Erosão	3,0
Corpo Hídrico	3,0 <sup>1</sup>

**Fonte:** adaptado de Grigio (2008) e Crepani *et al.*, (2001).

**Quadro 03:** Especificação de temas e mapas temáticos utilizados na fórmula.

Tema	Mapa
1	Mapa de geomorfologia
2	Mapa de geologia simplificado
3	Mapa de solos/associação de solos
4	Mapa de vegetação
5	Mapa de uso e cobertura da terra

**Fonte:** adaptado de Grigio (2008).

<sup>1</sup> Os corpos hídricos foram pontuados com peso 3, devido à sua relação com barragens e açudes de origem antrópica na região.

As informações obtidas no mapeamento da vulnerabilidade foram verificadas por meio de visitas de campo para identificar e corrigir possíveis incongruências no modelo adotado. Durante essas visitas, dados *in situ* foram coletados e comparados com os resultados do mapeamento. A interação com a comunidade local também forneceu *insights* sobre mudanças ambientais e de uso do solo, aumentando a precisão e a confiabilidade dos mapas de vulnerabilidade para um planejamento ambiental mais eficaz.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise de vulnerabilidade natural e ambiental do município de Assú/RN.

A ecodinâmica desempenha um papel fundamental na sistematização da vulnerabilidade natural e ambiental, sendo uma metodologia imprescindível para identificar áreas sensíveis, de modo a fornecer subsídios relevantes para o planejamento territorial ambiental voltadas à proteção e preservação da biodiversidade.

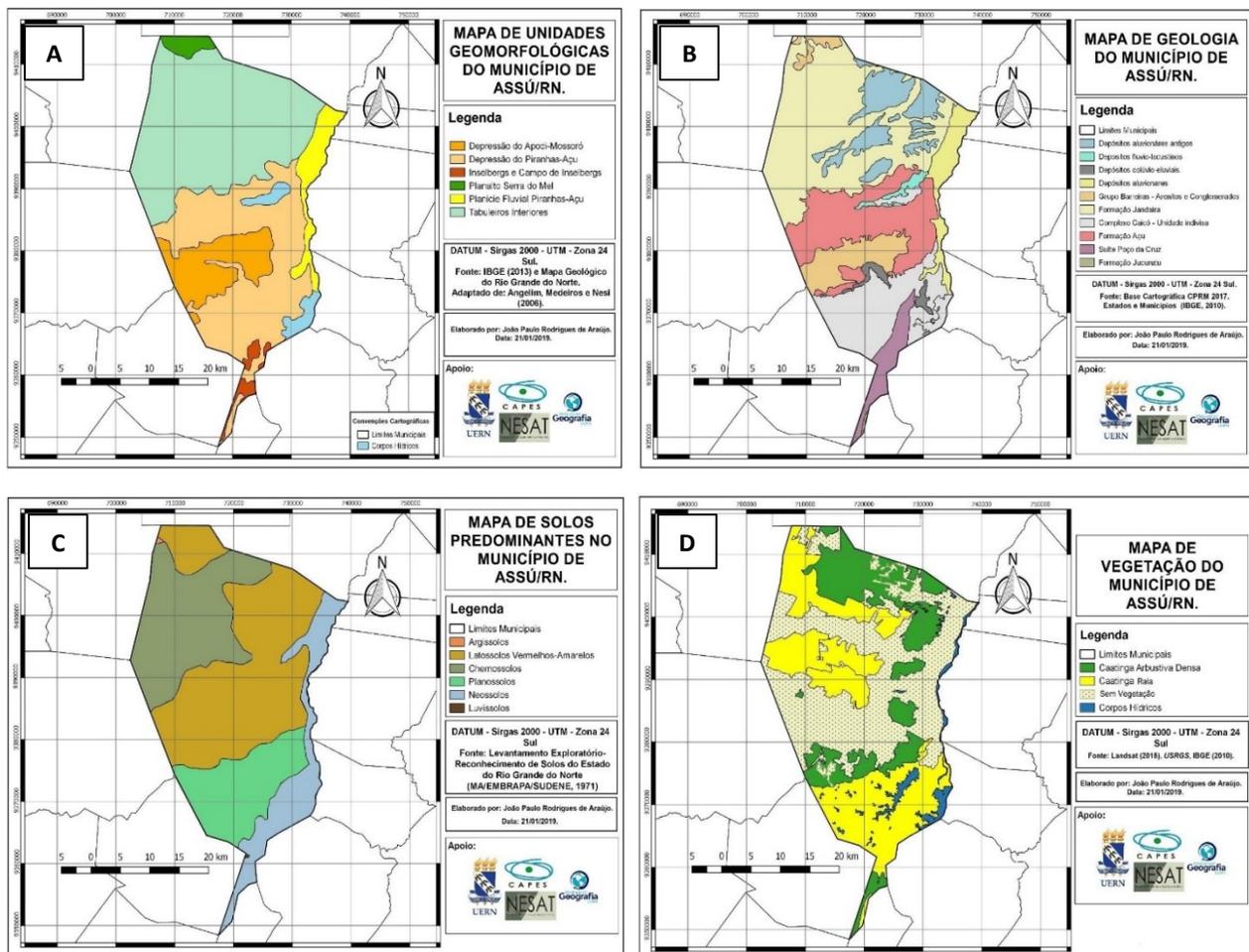
No contexto investigado, destaca-se inicialmente a elaboração dos mapas temáticos (Figuras 2a, 2b, 2c e 2d) para a proposição da vulnerabilidade natural. Posteriormente, ao combinar esses mapas com o mapa de uso e ocupação do solo, foram obtidos os resultados referentes à vulnerabilidade natural e ambiental para o município de Assú/RN.

Observa-se, a priori, uma notável diversidade geoambiental no território analisado, diretamente vinculada ao contexto das formações sedimentares da Bacia Potiguar e, também, nessa mesma área, do embasamento cristalino e suas litologias correspondentes. Trata-se, portanto, de um recorte espacial com potencial para análise da vulnerabilidade natural e ambiental, considerando as condições geoambientais do contexto semiárido.

Em relação aos dados de uso e cobertura da terra (Figura 3), referentes ao ano de 2018, destacam que a Caatinga Arbustiva Densa abrange 64.710 hectares, representando 49,5% da área total do município, possivelmente devido aos baixos índices pluviométricos observados nos anos anteriores. Em relação à área agrícola, esta ocupa 1.010 hectares, correspondendo a 0,8% do território. Os assentamentos urbanos abrangem 1.310 hectares, o que equivale a 1,0% do território, enquanto os corpos hídricos ocupam 2.970 hectares, correspondendo a 2,2% da área do município. A Caatinga Rala cobre 60.590 hectares, representando 46,4% do território municipal.

Esses dados indicam um processo de urbanização e agricultura espacialmente limitados, destacando a necessidade de gestão sustentável dos recursos naturais. A predominância da Caatinga e a presença significativa de corpos hídricos são cruciais para

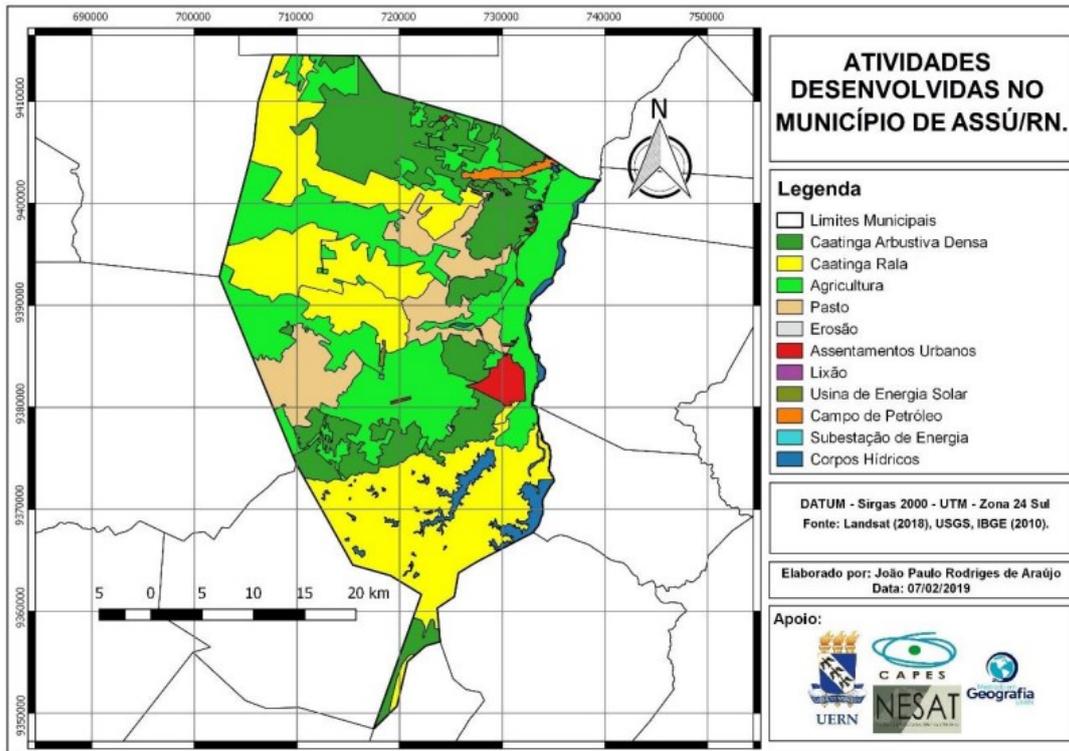
a estabilidade ambiental da região, mas também evidenciam a vulnerabilidade ambiental do município, agravada pelo uso inadequado do solo e o risco de desertificação (Araújo; Grigio; Pereira Neto, 2019). Além disso, no contexto regional, o padrão fitogeográfico tende ainda a refletir os sistemas geoambientais e a degradação ambiental (Pereira Neto, 2024). Assim, essas informações sublinham a importância de políticas de gestão que conciliem a conservação da vegetação nativa com o desenvolvimento sustentável, considerando a fragilidade dos sistemas ambientais (Zanela, Dantas e Olímpio, 2011).



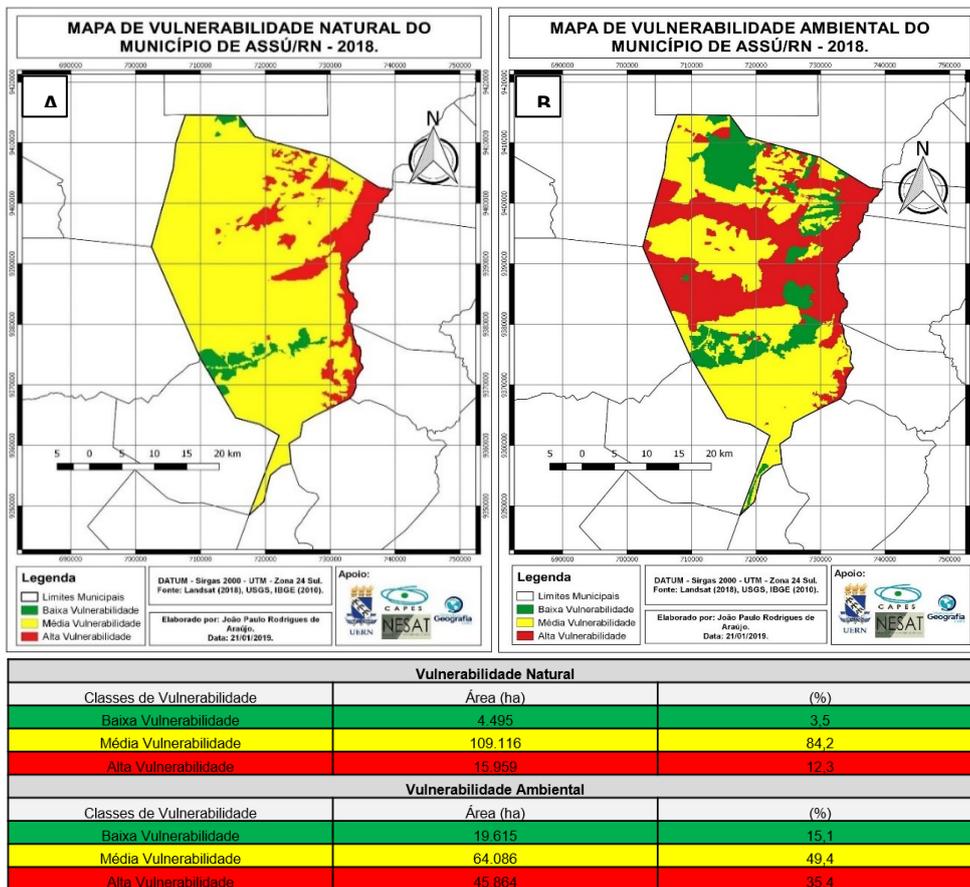
**Figura 2** – Aspectos ambientais do município de Assú/RN: a) mapa de unidades geomorfológicas; b) mapa geológico; c) mapa das classes de solos predominantes; d) mapa da vegetação.

**Fonte:** elaborado pelo autor (2019).

Inicialmente, em relação à vulnerabilidade natural (Figura 4a), destacam-se as áreas de média vulnerabilidade (84,2%), seguidas das áreas de alta vulnerabilidade (12,3%) e de baixa vulnerabilidade (3,5%) do município investigado. No que concerne à vulnerabilidade ambiental, destacam-se as áreas de média vulnerabilidade (49,4%), também seguidas das áreas de alta vulnerabilidade (35,4%) e de baixa vulnerabilidade (15,1%) (Figura 4b).



**Figura 3** – Uso e ocupação da terra do município de Assú no ano de 2018.  
 Fonte: elaborado pelo autor (2019).



**Figura 4** – Mapas de vulnerabilidade natural (A) e vulnerabilidade ambiental (B) de Assú/RN. Fonte: elaborado pelo autor.

Em relação à vulnerabilidade natural, as áreas correspondentes à classe de baixa vulnerabilidade representam cerca de 3,5%, respectivamente. Estas se inserem no contexto geológico do grupo Barreiras ou de paleocascalheiras, com a configuração de unidades geomorfológicas, como a Depressão Apodi-Mossoró e do Planalto Serra do Mel. Os Latossolos ou Planossolos em associação a vegetação de caatinga densa predominam.

As áreas referentes à classe de média vulnerabilidade natural abrangem 84,2% do município investigado. Nessa classe, encontram-se condições geoambientais diversas, como as formações geológicas do Complexo Caicó, suíte Poço da Cruz, formação Jucurutu, formações Açú e Jandaíra, além de depósitos aluvionares associados à formação de paleocascalheiras. Destacam-se também os Tabuleiros Interiores e a Depressão do Piranhas-Assú. Entre os solos predominantes, encontram-se Latossolos, Chernossolos, Luvisolos, Planossolos e Neossolos. Esses solos tendem a se relacionar, no contexto regional, com as unidades de paisagem (Pereira Neto, 2023). A vegetação é composta por caatinga densa, caatinga rala (Figura 5a e 5b), áreas agrícolas e pastagens. Tais fatores se equilibram ao longo do tempo mediante as condições de estabilidade/instabilidade.

Entre os ambientes de alta vulnerabilidade natural, destacam-se a planície fluvial Piranhas-Açú e manchas dos Tabuleiros Interiores, correspondentes a aproximadamente 12,3% do território investigado. Nesses locais, inserem-se os depósitos aluvionares e a predominância dos Neossolos flúvicos e Argissolos. Em ambos os locais, verifica-se a presença de áreas agrícolas de culturas temporárias ou permanentes e a presença de pasto para a produção agropecuária. Nesse caso, o fator de alta vulnerabilidade natural é impulsionado pela própria ecodinâmica associada ao regime fluvial que, em conjunto com a ausência de cobertura vegetal, intensifica o processo erosivo.

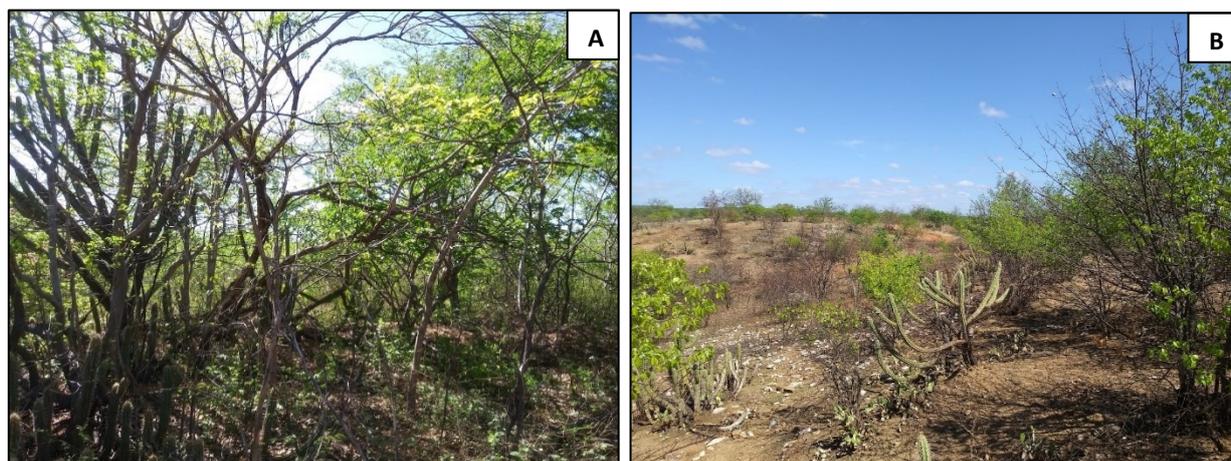


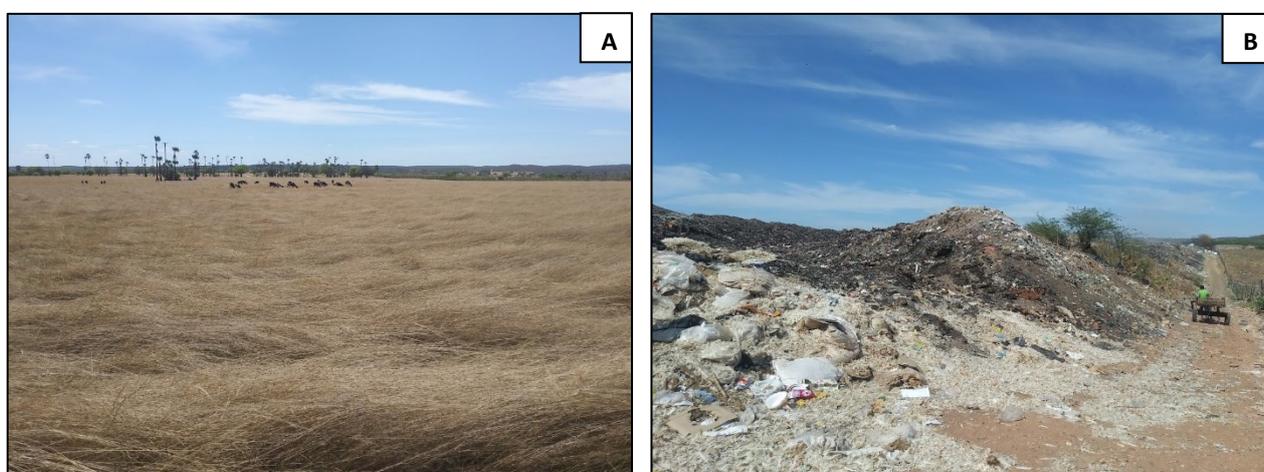
Figura 5 – a) Caatinga arbustiva densa; b) Caatinga Espaça.

Fonte: acervo do autor.

Com relação à vulnerabilidade ambiental no município de Assú/RN, as áreas de baixa vulnerabilidade representam cerca de 19.615 ha, equivalente a 15,1% do território investigado. A formação geológica é caracterizada pela formação do Grupo Barreiras ou paleocascalheiras, integradas à Depressão do Apodi-Mossoró, Tabuleiros Interiores e ao Planalto Serra do Mel, onde se verifica a predominância dos Latossolos e dos Planossolos. Essas áreas se caracterizam, principalmente, pela presença de uma vegetação de caatinga densa, no contexto local, inseridas no âmbito da Floresta Nacional do Açú.

As áreas relacionadas à classe de média vulnerabilidade, por sua vez, correspondem a uma área de 64.086 ha ou 49,4% do território. Essas áreas se inserem no contexto geoambiental diverso do complexo Caicó, das formações sedimentares Açú e Jandaíra, relacionadas aos Tabuleiros Interiores, Depressão do Piranhas-Açú e dos Inselbergs, e aos Latossolos, Planossolos, Neossolos e os Luvissolos. A vegetação predominante compreende as áreas de caatinga rala e de caatinga densa.

As áreas de alta vulnerabilidade ambiental correspondem a aproximadamente 45.864 ha, o que equivale a cerca de 35,4% do território municipal. Nessa classe, merece destaque a extensa área de cultivo agrícola temporário ou permanente, de pastagem ou de solos expostos (Figura 6a e 6b), associada ainda à classe de elevada vulnerabilidade natural, como a planície fluvial do Piranhas-Assú e de média vulnerabilidade como os tabuleiros interiores. Além disso, destacam-se os processos de ocupação urbana no município de Assú, desenvolvidos em áreas próximas à planície fluvial do Piranhas-Assú.



**Figura 6** – a) áreas de pastagem e solo exposto, b) solo exposto com a presença de resíduos sólidos.

**Fonte:** elaborado pelo autor

Sobre a questão ambiental, Sousa *et al.* (2008, p. 74) destacam que os prejuízos ambientais estão quase sempre relacionados ao uso indevido dos solos pelas atividades

degradantes. No município de Assú/RN, por sua vez, a prática agrícola encontra-se associada com a produção de frutas tropicais, como a banana e o melão, vinculadas a discussões de questões socioambientais diversas (Lopes, 2018). As monoculturas no município de Assú/RN são desenvolvidas principalmente na planície fluvial do Piranhas-Açu, pois se tratam, em sua maioria, de plantações de bananeiras, uma vez que essa espécie requer elevada disponibilidade hídrica e solos de alta fertilidade (Araújo; Grigio; Pereira Neto, 2019).

É salutar enfatizar a importância da preservação das áreas remanescentes de vegetação densa, tendo em vista a alta vulnerabilidade natural desses ecossistemas e a tendência de agravamento dessa vulnerabilidade devido às atividades humanas de degradação. Pereira Neto e Fernandes (2015) salientam que, apesar do potencial de fragilidade dessas áreas, a presença de cobertura vegetal densa pode contribuir para o equilíbrio do ecossistema. Nesse sentido, Tricart (1977) argumenta que uma vegetação densa é capaz de manter declives acentuados em uma condição relativamente estável.

No contexto regional analisado, os dados apresentados por Peixôto, Araújo e Pereira Neto (2023) corroboram a existência de uma diversidade significativa de componentes geoambientais no município de Assú/RN. Dessa forma, as interações geoambientais relacionadas à configuração das paisagens locais são complexas. Nesse cenário, estudos de vulnerabilidade podem ser integrados à abordagem dos estudos de sistemas ambientais, fornecendo subsídios para a compreensão do semiárido e dos fenômenos de degradação ambiental associados.

#### **4. CONCLUSÃO**

A metodologia empregada, baseada no uso de indicadores, mostrou-se eficaz na análise da problemática abordada e na avaliação das vulnerabilidades natural e ambiental. A estabilidade ou instabilidade do meio foi examinada em relação às condições geoambientais (vulnerabilidade natural) e em combinação com o grau de degradação ou conservação da cobertura vegetal e uso e ocupação do solo (vulnerabilidade ambiental).

A identificação de áreas com maior ou menor vulnerabilidade é uma ferramenta valiosa para orientar a tomada de decisões sobre o uso da paisagem, fornecendo subsídios para ações conservacionistas ou de recuperação de áreas potencialmente instáveis ou estáveis e contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental e da vida humana.

Os mapas de vulnerabilidade natural e ambiental elaborados para o município de Assú evidenciam a necessidade de aprofundar os estudos integrados da paisagem e ações

conservacionistas, especialmente em áreas prioritárias e de interesse, diante do avanço e dinâmica das atividades antropogênicas no território. Essa ferramenta é essencial para identificar áreas com maior risco de sofrer processos erosivos intensos.

As áreas com maior instabilidade estão situadas na porção leste do município, próxima ao rio Piranhas-Açu, onde se verifica uma intensa transformação da paisagem, incluindo a maior parte da produção agrícola local. Esse contexto decorre, principalmente, do desmatamento para a instalação de áreas destinadas à pecuária e à agricultura. Mais recentemente, tem se destacado no território municipal a instalação de megaprojetos fotovoltaicos que tendem a alterar e dinamizar o contexto de vulnerabilidade ambiental. Trata-se de uma situação em potencial para geração de conflitos com a legislação de preservação ambiental, uma vez que essas áreas correspondem a Áreas de Proteção Permanente (APPs), que deveriam ser preservadas e protegidas no contexto regional.

O estudo fornece, assim, algumas informações relevantes para o entendimento do território, de planejamento e zoneamento ambiental por parte do poder público que visem à promoção de práticas sustentáveis no território, no contexto regional do semiárido.

## AGRADECIMENTO

O primeiro autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio recebido no desenvolvimento da pesquisa na pós-graduação.

## REFERÊNCIAS

ANGELIM, L. A. A. *et al.* (org.). **Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2007. Escala 1:500.000.

ARAÚJO, J. P. R. de. **Vulnerabilidade natural, ambiental e uso e ocupação no município de Assú/RN**. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2019.

ARAUJO, J. P. R.; GRIGIO, A. M.; PEREIRA NETO, M. C. Análise multitemporal de uso e ocupação do solo (1977-2018) e identificação de impactos ambientais negativos no município de Assú/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 4, p. 1538-1553, 2019.

BARBOSA NETO, M. V.; SILVA, H. A.; ARAÚJO, M. S. B. Mapeamento da vulnerabilidade natural à erosão como subsídio ao planejamento ambiental no semiárido Pernambucano. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16., Foz do Iguaçu, 2013. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciência da Terra**, São Paulo, n. 13, p. 141-152, 1971.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília, 2007. 192p.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Degradação da terra e secas no Brasil.** Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília. Brasília, 2016.

COSTA, F. H. S. *et al.* Determinação da vulnerabilidade ambiental na bacia potiguar, região de Macau (RN), utilizando Sistemas de Informações Geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 02, p. 119-127, 2006.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geologia e recursos minerais da Folha Mossoró.** Recife: CPRM, 2017.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Geologia. In: MASCARENHAS, J. de C. *et al.* (Org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Açú, estado do Rio Grande do Norte.** Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

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

DINIZ, M. T. M.; PEREIRA, V. H. C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 35, n. 3, p. 488-506, 2015.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: EMBRAPA, 2018. 355p.

GRIGIO, A. M. **Evolução da Paisagem do Baixo Curso do Rio Piranhas-Assu (1988-2024):** uso de Autômatos Celulares em modelo Dinâmico Espacial para Simulação de Cenários Futuros. 2008. 247 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

LOPES, D. N. **Vulnerabilidade natural e ambiental e análise multitemporal do uso e ocupação dos solos do município de Tibau – RN.** 2018. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2018.

NICOLAU, R. F. Vulnerabilidade da paisagem à perda de solos da bacia hidrográfica do rio do Peixe – Goiás. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 19, n. 66, p. 285-296, 2018.

PEIXÔTO, M. C. de S.; PEREIRA NETO, M. C.; GUEDES, J. de A. Sistemas ambientais e susceptibilidade à desertificação a partir de indicadores biofísicos no município de Assú/RN. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 15, n. 3, p. 108–129, 2021.

PEIXÔTO, M. C. S.; ARAÚJO, J. P. R.; PEREIRA NETO, M. C. Sistemas ambientais, vulnerabilidade e uso e ocupação no município de Assú/RN. **Geografia (Londrina)**, v. 32, n. 1, p. 31-48, 2023.

PEREIRA NETO, M. C. Fitogeografia da Caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (Brasil). **Revista do Departamento de Geografia**, v. 44, p. 2-15, 2024.

PEREIRA NETO, M. C. Solos e paisagens no núcleo de desertificação do Seridó potiguar – Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 24, n. 96, p. 305–317, 2023.

PEREIRA NETO, M. C.; FERNANDES, E. Instabilidade emergente e aspectos de degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Seridó (RN/PB – BRASIL). **Revista de Geografia**, v. 33, n. 1, p. 84-94, 2016.

PEREIRA NETO, M. C.; FERNANDES, E. Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Seridó (RN/PB – Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 399-411, 2015.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 24-30, 1994.

SANTOS, P. A. F. et al. Fragilidade Ambiental da bacia do Rio Ipiranga – PR. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional. In: CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, Goiânia, 2006. **Anais...** Goiânia, 2006.

SANTOS, R. F. (Org.). **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007. 196p.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre.** São Paulo: IGEO/USP, 1978.

SOUSA, R. F. et al. Vulnerabilidades e impactos sócio econômicos e ambientais. **Engenharia Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 63-78, 2008.

SPÖRL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata.** 2001. 159 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 91p.

ZANELA, M. P.; DANTAS, E. W. C.; OLÍMPIO, J. L. S. A. Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Fortaleza/CE. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 13-27, 2011.

Recebido: 28/03/2023

Aceito: 08/07/2024