

Meio Ambiente, Paisagem e Qualidade Ambiental

Identificação dos sistemas ambientais existentes na ASD 1 no Centro-Norte do Ceará

Identification of existing environmental systems in ASD 1 in the Central-North region of Ceará

Identificación de los sistemas ambientales existentes en la ASD 1 del Centro Norte de Ceará

Igor Bulhões Barros^I , Lara Lima Lourenço^I ,
Iaponan Cardins de Sousa Almeida^{II} , Maria Lúcia Brito da Cruz^I 

^I Universidade Estadual do Ceará , Fortaleza, CE, Brasil

^{II} Universidade de Pernambuco , Recife, PE, Brasil

RESUMO

O uso inadequado dos recursos naturais tem provocado intensos desequilíbrios nos sistemas ambientais, afetando diretamente sua estrutura, funcionalidade e capacidade de resiliência. Este estudo teve como objetivo analisar e classificar os sistemas ambientais presentes na Área Susceptível à Desertificação (ASD 1) do centro-norte cearense, por meio de técnicas de geoprocessamento aplicadas ao mapeamento dos componentes geológicos, pedológicos e geomorfológicos, bem como à compartimentação das unidades ambientais. As análises foram complementadas com trabalhos de campo. Os municípios que integram a ASD 1 (Irauçuba, Canindé, Sobral, Miraíma, Itapajé e Santa Quitéria) vêm apresentando intensificação dos processos erosivos associados ao uso intensivo da terra, repercutindo em transformações socioeconômicas e na forma de apropriação do meio físico. A partir da compartimentação ambiental, foram elaborados mapas temáticos que evidenciam a complexidade dos sistemas ambientais e a progressiva deterioração dos recursos naturais. Os resultados demonstram que compreender a organização espacial e funcional desses sistemas é essencial para subsidiar estratégias de mitigação, orientar políticas de gestão territorial e fortalecer ações de prevenção à desertificação.

Palavras-chave: Degradação; Geoprocessamento; Compartimentação ambiental

ABSTRACT

The improper use of natural resources has generated significant imbalances within environmental systems, directly affecting their structure, functioning, and resilience. This study aimed to analyze

and classify the environmental systems of the Desertification-Prone Area (ASD 1) in north-central Ceará, Brazil, using geoprocessing techniques to map geological, pedological, and geomorphological components to compartmentalize environmental units. Fieldwork activities complemented the spatial analyses. The municipalities that compose ASD 1 (Irauçuba, Canindé, Sobral, Miraíma, Itapajé, and Santa Quitéria) have shown increasing erosive processes driven by intensive land use, which in turn affects socioeconomic dynamics and local interactions with the physical environment. The environmental compartmentalization resulted in thematic maps that highlight the complexity of local environmental systems and the ongoing degradation of natural resources. The findings emphasize that understanding the spatial and functional dynamics of these systems is crucial for supporting mitigation strategies, informing territorial management policies, and strengthening actions aimed at preventing desertification.

Keywords: Degradation; Geoprocessing; Environmental compartmentalization

RESUMEN

El uso inadecuado de los recursos naturales ha generado desequilibrios significativos en los sistemas ambientales, afectando directamente su estructura, funcionamiento y capacidad de resiliencia. El objetivo de este estudio fue analizar y clasificar los sistemas ambientales presentes en el Área Susceptible a la Desertificación (ASD 1) del centro-norte de Ceará, Brasil, mediante técnicas de geoprocesamiento aplicadas al mapeo de componentes geológicos, pedológicos y geomorfológicos, así como a la compartimentación de unidades ambientales. Los análisis fueron complementados con trabajo de campo. Los municipios que conforman el ASD 1 (Irauçuba, Canindé, Sobral, Miraíma, Itapajé y Santa Quitéria) han presentado una intensificación de los procesos erosivos asociados al uso intensivo de la tierra, lo que repercute en las dinámicas socioeconómicas y en las formas de apropiación del medio físico. La compartimentación ambiental permitió generar mapas temáticos que evidencian la complejidad de los sistemas ambientales y la creciente degradación de los recursos naturales. Los resultados muestran que comprender la organización espacial y funcional de estos sistemas es fundamental para orientar estrategias de mitigación, apoyar políticas de gestión territorial y fortalecer acciones para prevenir la desertificación.

Palabras-clave: Degradación; Geoprocesamiento; Compartimentación ambiental

1 INTRODUÇÃO

A sociedade urbana industrial, calcada no modo de produção capitalista, tem gerado uma ampliação da capacidade de uso dos recursos naturais pela humanidade, o que tem contribuído para o aumento e a intensificação dos impactos sobre o meio ambiente (Viana, 2016; IPCC, 2023; Zanini; Giometti; Lima, 2025). Um dos problemas resultantes desse modelo de produção é a ampliação de áreas degradadas especialmente nos ambientes secos (Antongiovanni *et al.*, 2020). Por degradação, entende-se a redução dos potenciais recursos renováveis por uma combinação de processos agindo sobre os sistemas ambientais (Araújo; Almeida; Guerra, 2008).

O uso desordenado dos recursos naturais ocasiona fortes desequilíbrios nos sistemas ambientais, interferindo de maneira decisiva em sua estrutura e funcionamento (Souza; Santos; Oliveira, 2017; Oliveira Júnior; Jesus, 2025). De acordo com Souza (2006a; 2006b), a degradação é originada a partir do uso da terra em moldes incompatíveis com as características ambientais. Quando realizadas de maneira predatória, as atividades socioeconômicas têm grande poder de ampliar os danos por exacerbação dos processos erosivos.

Cada sistema representa uma unidade de organização espacial na qual seus componentes estruturam relacionamentos, configurando potencialidades e limitações a partir do potencial ecológico. Sendo os mesmos diretamente influenciados pelas condições de apropriação. O estado do Ceará possui cerca de 86,8% do território sob condições de semiaridez, sendo a vegetação de caatinga a manifestar maior abrangência em seu território (IPECE, 2010; Moro *et al.*, 2015; SEMACE, 2022).

No mapeamento em escala estadual, considerou-se que os piores estados de conservação da vegetação se encontravam em áreas com menores índices pluviométricos, solos exauridos, maior tempo de uso, altos índices de pobreza e analfabetismo (BRASIL, 2004; CEARÁ, 2010). Assim, as áreas em situação mais grave foram delimitadas como Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASDs), compondo os Núcleos de Desertificação do Ceará, sendo eles: Núcleo 1 – Irauçuba/Centro-Norte, Núcleo 2 – Inhamuns e Núcleo 3 – Médio Jaguaribe.

Apesar de ser definida como Área Suscetível à Desertificação (ASD), o presente trabalho adota o termo degradação ambiental à luz de Almeida (2015), para o qual, quando se analisa o ambiente sob a ótica da desertificação, a condição natural assume papel decisivo, presumindo-se que o grau de aridez interfere de modo diferenciado nos danos aos recursos naturais. Nesse sentido, ainda segundo o autor, ao analisar o problema enquanto degradação ambiental, a condição natural assume papel secundário, visto que os componentes ambientais podem ser lesionados de acordo com a intensidade e tipologia de uso.

Nesse cenário, os sistemas ambientais tornam-se uma ferramenta de compreensão holística da paisagem, pois são constituídos de elementos naturais que, a partir de trocas e fluxos de energia, matéria e informação, sustentam a dinâmica ambiental (Lourenço; Cruz, 2023). Assim, os componentes bióticos e abióticos pertencentes ao sistema integram e interagem entre si de maneira indissociável.

Os sistemas ambientais são compostos por estruturas que mantêm relações mútuas entre si, sendo continuamente submetidos aos fluxos de matéria e energia, que, por sua vez, terão suas fisionomias como características marcantes de determinada paisagem (Souza, 2000; Bertrand, 2004). Nesse sentido, o presente trabalho tem como objeto de análise a ASD 1 do centro-norte cearense, que compreende os municípios de Irauçuba, Canindé, Sobral, Miraíma, Itapajé e Santa Quitéria (IPECE, 2010; Funceme, 2015).

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo compreender os sistemas ambientais existentes na ASD 1 do Centro-Norte cearense. Buscando analisar e classificar esses sistemas, através do mapeamento dos componentes geológicos, pedológicos e geomorfológicos e da compartimentação das unidades ambientais, bem como identificar a degradação ambiental nos mesmos.

1.1 Caracterização da área de estudo

Os municípios da ASD 1 estão localizados na região norte do Estado do Ceará, a uma distância de aproximadamente 180 km da capital Fortaleza. A ASD corresponde aos municípios de Sobral, Irauçuba, Canindé, Itapajé, Miraíma e Santa Quitéria (IPECE, 2022).

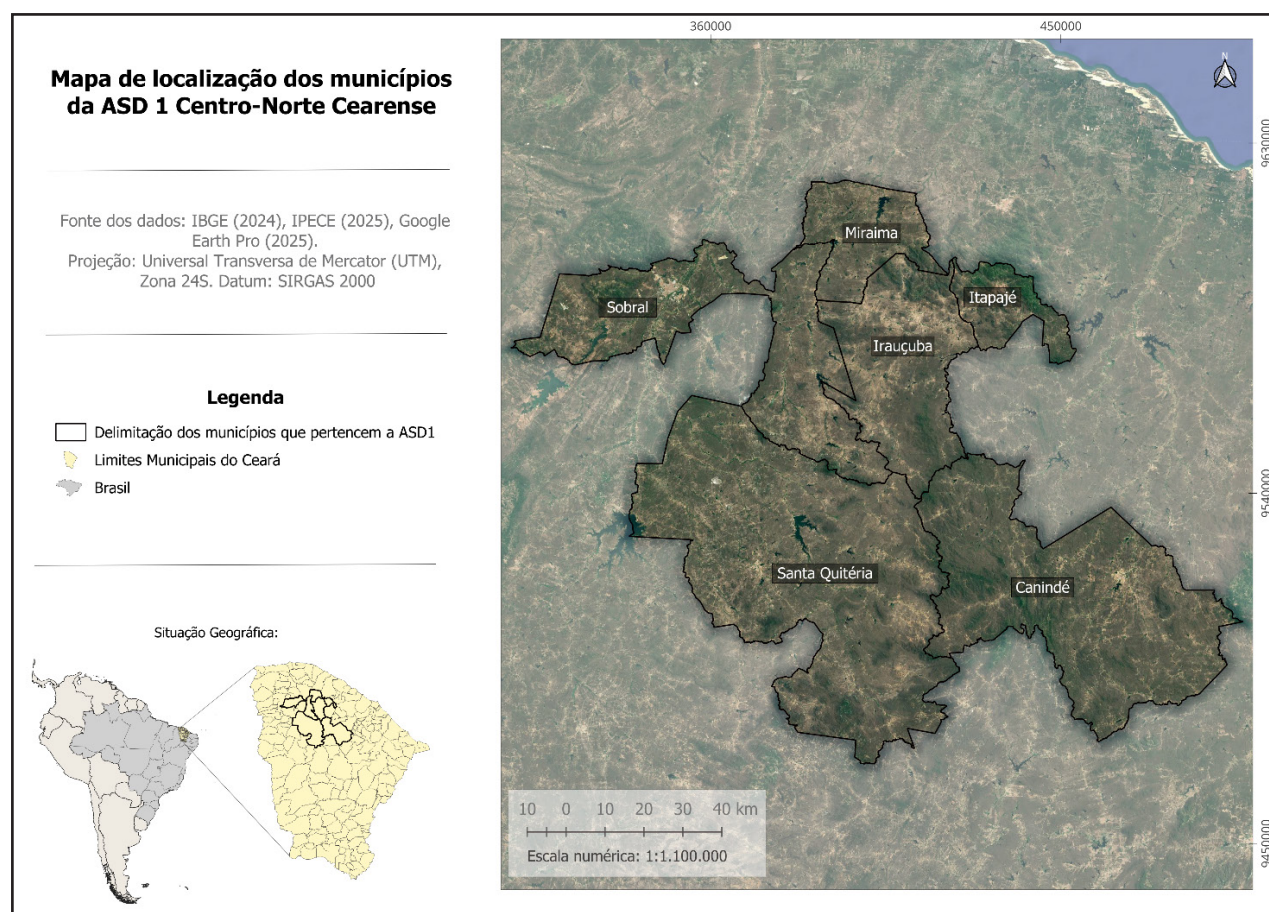
Quadro 1 – Municípios da ASD 1 e suas áreas

Municípios da ASD 1 (área absoluta em km²)	
Santa Quitéria	4.262
Canindé	3.032
Sobral	2.068
Irauçuba	1.466
Miraíma	708
Itapajé	432

Fonte: Autores (2025)

A área suscetível à desertificação do núcleo 1 (Irauçuba/Centro-Norte), figura 1, tem uma área total de 12.194,63 km² e se caracteriza como sendo a maior ASD do Ceará, com aproximadamente 8% em relação a todo o estado (Funceme, 2019). A área de estudo é caracterizada por condições climáticas semiáridas, solos frágeis e pressões antrópicas históricas, o que a expõe a um elevado risco de degradação, tornando-a um foco central para políticas públicas e estudos ambientais voltados à sua conservação e recuperação.

Figura 1 – Localização dos municípios da ASD 1 do Centro-Norte cearense



Fonte: Autores (2025)

No que diz respeito aos aspectos climatológicos, a ASD é submetida às influências do clima semiárido com índices pluviométricos inferiores a 800 mm, coeficientes térmicos superiores a 26 °C e taxas muito elevadas de evaporação e evapotranspiração (Ferreira, 2021). No que tange à ocorrência de cursos d'água, eles são caracterizados em sua maioria pela intermitência sazonal (Ab'Sáber, 1974; Ferreira, 2021).

A geologia da ASD 1 é composta, em sua maior parte, pelo Domínio Ceará Central, que compõe a Região da Província Borborema (Corrêa *et al.*, 2010; Maia; Nascimento, 2018). Englobando também as Unidades Canindé e Independência (Souza Filho, 2000; Claudino-Sales, 2004; Funceme, 2015). Geomorfologicamente, a área tem a depressão sertaneja como o compartimento de maior expressão espacial, expondo-se abaixo dos níveis altimétricos de 300 m, apresentando estruturas deformacionais dúcteis e rúpteis impressas no embasamento cristalino pré-cambriano (Maia; Bezerra, 2014; Claudino-Sales, 2016).

A ASD se destaca por solos rasos com horizontes texturais que, em geral, não ultrapassam o horizonte B. Pela dinâmica da degradação ambiental, também se destaca a exposição de horizontes subsuperficiais. Os solos predominantes são os planossolos, neossolos e luvisolos (Funceme, 2024), caracterizados pelas suas baixas profundidades (Lepsch, 2016; Embrapa, 2018).

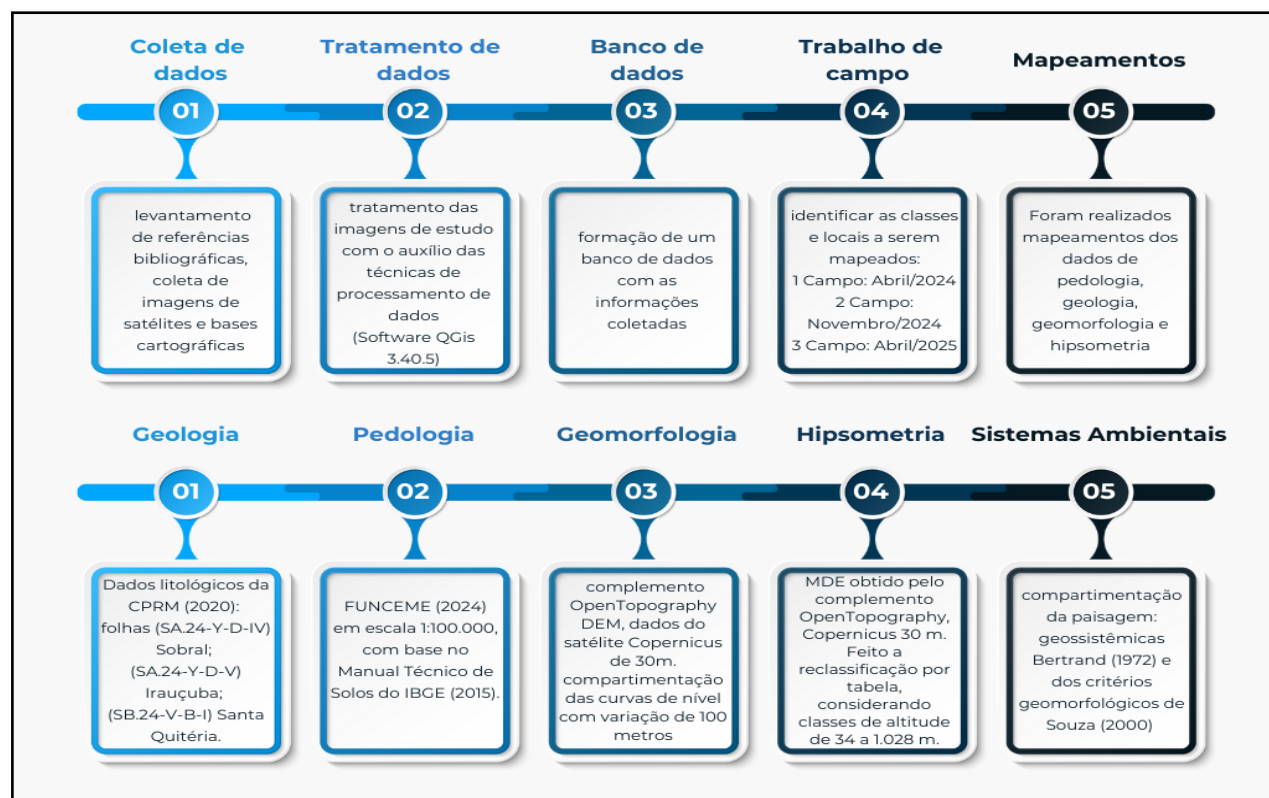
Na ASD, predominam as vegetações do tipo caatinga, cristalino e a mata seca do cristalino (Moro *et al.*, 2015). Recobrando o conjunto de diferentes paisagens, onde, na quase totalidade das espécies, predomina a caducifólia sobre as demais formas de resistência à seca (Andrade-Lima, 1981; Fernandes, 2006). Sendo as mesmas constituídas por espécies de porte arbóreo, arbustivo e subarbustivo, além do predomínio de comunidades herbáceas (Fernandes, 2006; Reis *et al.*, 2021).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para chegar ao objetivo proposto, foi necessário realizar quatro etapas metodológicas que possibilitaram atingir os resultados. A primeira foi a coleta de dados realizada por meio do levantamento de referências bibliográficas, coleta de imagens de satélites e bases cartográficas, logo em seguida foi possível realizar o tratamento adequado das imagens do objeto de estudo com o auxílio das técnicas de processamento de dados, na terceira etapa foi elaborado a formação de um banco de dados com as informações coletadas, e por fim, a realização do trabalho de campo a

fim de identificar as classes e locais a serem mapeados, conforme apresentados no fluxograma a seguir.

Figura 2 – Fluxograma metodológico da área de estudo



Fonte: Autores (2026)

Para caracterizar o perfil ambiental dos municípios do núcleo de desertificação do centro-norte cearense, foram utilizados dados de pedologia, geologia, geomorfologia, hipsometria, entre outros. Esses dados foram catalogados por alguns órgãos, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

Os dados de litologia foram adquiridos do site da CPRM, das folhas (SA.24-Y-D-IV) Sobral (CPRM, 2014); (SA.24-Y-D-V) Irauçuba (CPRM, 2018); (SB.24-V-B-I) Santa Quitéria (CPRM, 2009). Posteriormente, foram levados ao software QGIS 3.40.5

(QGIS *DEVELOPMENT TEAM*, 2024), onde foram classificados, seguindo os padrões orientados pela CPRM (2021). Os dados para o mapeamento de pedologia foram adquiridos no site da Funceme (2024) em escala 1:100.000. O arquivo de *shapefile* foi classificado no software QGIS, com base no Manual Técnico de Solos do IBGE (2015).

Para a realização do mapeamento das unidades geomorfológicas, foram utilizados dados adquiridos no software QGIS (QGIS *DEVELOPMENT TEAM*, 2024) por meio do complemento *OpenTopography DEM Downloads* com dados pertencentes ao satélite *Copernicus* com resolução espacial de 30 metros (European Union, 2023).

Foi realizada a compartimentação das curvas de nível com variação de 100 metros entre elas, classificando as formações geomorfológicas com base nos trabalhos de Moreira e Gatto (1981), Souza (2000), Maia e Bastos (2011), Claudino-Sales (2016), Cordeiro e Vale (2018), Rodrigues, Maia e Gomes (2019).

Para a elaboração do mapeamento hipsométrico, foram utilizados dados do Modelo Digital de Elevação (MDE), obtidos por meio do complemento *OpenTopography DEM*, com base em informações do satélite *Copernicus* (European Union, 2023), com resolução espacial de 30 metros.

Posteriormente, os dados altimétricos foram submetidos ao processo de reclassificação por tabela, considerando classes de altitude variando entre 30 e 1.030 metros. Em seguida, procedeu-se à aplicação da simbologia, utilizando uma rampa de cores representativa das variações altimétricas, bem como à geração do sombreamento do relevo (*hillshade*), com o objetivo de aprimorar a visualização das feições topográficas e a interpretação do relevo da área de estudo.

O mapeamento dos sistemas ambientais foi realizado com base na compartimentação da paisagem à luz das bases geossistêmicas a partir das contribuições de Bertrand (1972) e das compreensões de critérios geomorfológicos de Souza (2000), para as quais a compartimentação das unidades de paisagem é inferida a partir de aspectos visuais da cobertura vegetal e dos sinais morfogenéticos e pedogenéticos. Assim, a partir de padrões fisionômicos e paisagísticos, é possível

classificar e entender as condições que sustentam uma determinada paisagem em um ambiente (Souza, 2000).

A partir do cruzamento dos dados geológicos, pedológicos, geomorfológicos e hipsométricos, foi possível realizar a caracterização dos sistemas ambientais presentes nos municípios de Sobral, Irauçuba, Canindé, Miraíma, Itapajé e Santa Quitéria que compõem a área suscetível à desertificação - ASD 1 do Centro-Norte do Ceará. Em um primeiro momento, foram utilizadas as curvas de nível delimitadas pela ferramenta *OpenTopography* DEM com variação de 100 metros entre elas. Posteriormente, seguiu-se para a identificação e delimitação dos sistemas ambientais identificados com base na metodologia citada. Em seguida, os dados foram transformados em formato shapefile (shp).

2.1 Trabalho de campo

A realização do trabalho de campo se deu a partir de três momentos, a fim de caracterizar a área de estudo e realizar registros fotográficos. A primeira atividade de campo ocorreu na porção sudeste da área de estudo, contemplando os municípios de Canindé e Santa Quitéria, em abril de 2024. Em um segundo momento, a atividade buscou entender a paisagem da porção nordeste, norte e noroeste da ASD, contemplando os municípios de Itapajé, Irauçuba, Sobral e a porção sul do município de Miraíma em novembro de 2024. Por fim, em terceiro momento, voltou-se ao campo para a validação de dados e registros fotográficos no município de Canindé em abril de 2025.

3 COMPARTIMENTAÇÃO GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA E PEDOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO

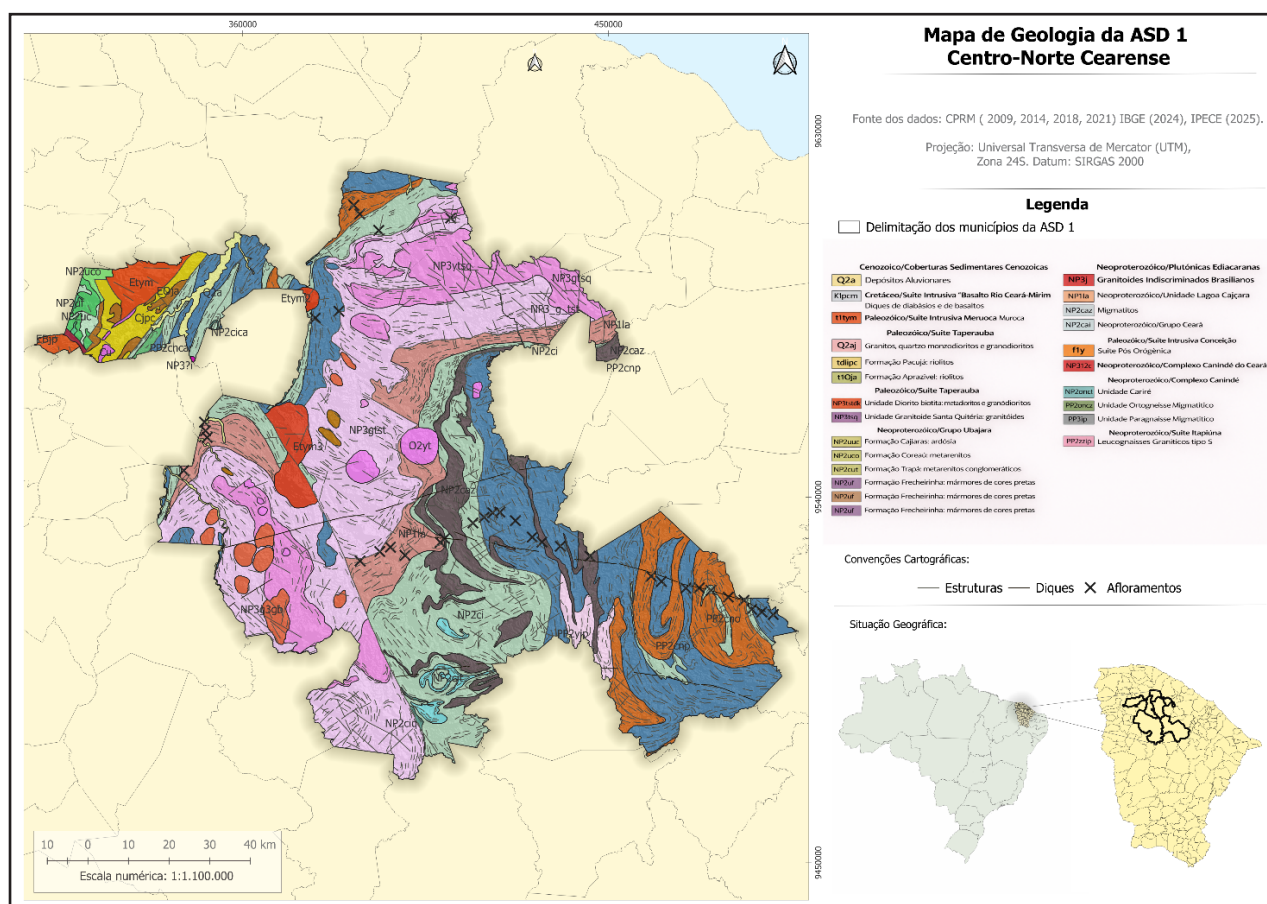
O caráter granítico de feições intrusivas da Província Borborema sustenta relevos residuais, expostos pela denudação diferencial de paleo-orogêneses e posteriormente

retrabalhados por processos erosivos de distintos sistemas morfogenéticos cambiantes ao longo do Cenozoico (Corrêa *et al.*, 2010; Maia e Nascimento, 2018).

Os terrenos paleoproterozóicos abrangem grande parte da porção oriental da ASD 1 e setores norte-ocidentais, que se dispersam, igualmente, na porção central da área. São terrenos pertencentes ao Complexo Ceará, englobando as Unidades Canindé e Independência (Souza Filho, 1998; Claudino-Sales, 2004; Funceme, 2015). O Domínio Ceará Central compreende uma série de segmentos crustais de idade arqueana e proterozóica, constituindo a mais extensa unidade geotectônica da região noroeste da Província Borborema, refletida em vários episódios de acreção crustal, por atividades magmáticas e eventos metamórficos deformacionais, com a sua configuração geotectônica atual adquirida no Ciclo Pan-Africano/Brasiliano (Gomes, 2006; Rocha, 2019).

Com isso, o mapeamento geológico (Figura 3) indica a ocorrência de terrenos pré-cambrianos do embasamento cristalino com unidades litológicas diversas. Representadas principalmente pelos Complexos Nordeste e Itatira (Souza Filho, 1998; Chavango, 2014; Funceme, 2015). Os maciços residuais, que abrangem as serras do Machado, Meruoca e Uruburetama, são predominantemente constituídos por litotipos granito-migmatíticos e quartzitos, cuja resistência é maior do que a das rochas que compõem a superfície sertaneja, o que denota os efeitos seletivos da erosão diferencial.

Figura 3 – Mapa geológico da ASD 1 Centro-Norte Cearense



Fonte: Autores (2025)

A ASD 1 apresenta uma geologia diversificada, reflexos de uma longa e complexa história tectônica e litológica que vai do Paleoproterozoico ao Cenozoico. Essa região integra importantes elementos da Província Borborema, que resultam em grande variabilidade estrutural, mineralógica e geomorfológica.

Para Souza (2000), a região manifesta um conjunto de formas de relevo que integram os reflexos de eventos tectônico-estruturais remotos, os quais têm relação com a morfologia, os fatores litológicos e as evidências de flutuações climáticas cenozoicas. A compartimentação do relevo da ASD tem como unidades predominantes as seguintes: superfície sertaneja, maciços residuais, cristas, agrupamento de inselbergs e planícies de acumulação.

A presença da superfície sertaneja de forma dissecada no município de Canindé, que pertence à ASD 1, como retrata a Figura 4, caracteriza-se por um relevo suave-ondulado e marcado por processos erosivos que moldam sua paisagem atual.

Figura 4 – Vista da depressão sertaneja dissecada em Canindé



Fonte: Autores (2025)

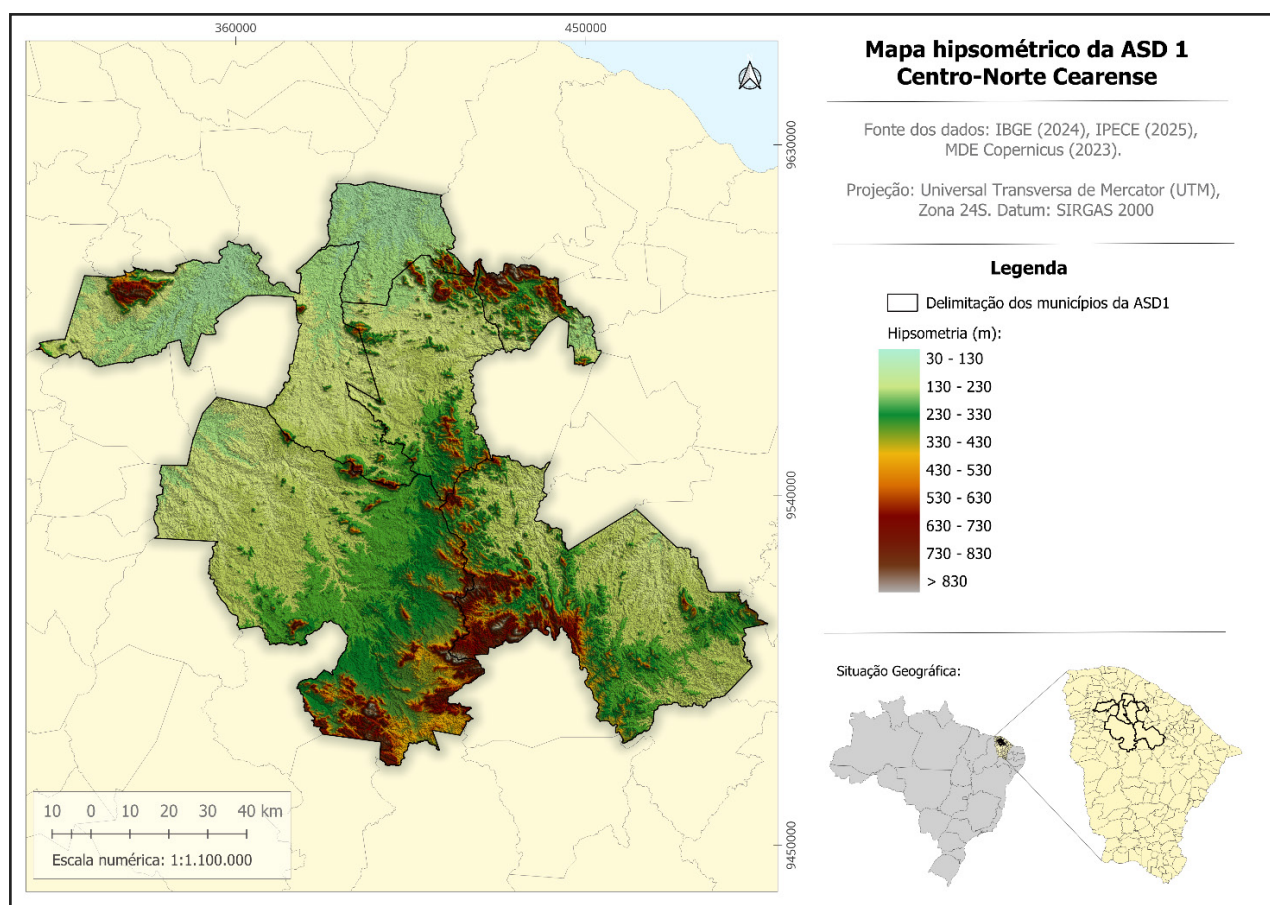
Contudo, a Figura 5 expressa a variação altitudinal da superfície terrestre a partir da classificação do relevo em distintas faixas de altitude, às quais foram atribuídas diferentes escalas cromáticas. O mapeamento hipsométrico possibilita a análise de diversos parâmetros morfométricos da área de estudo, com ênfase na distribuição altimétrica e na quantificação percentual das áreas correspondentes a cada classe de elevação (Quadro 2).

Quadro 2 – Distribuição das áreas das altimetrias

Altitudes (m)	Área (km²)
30 -130	1.790,38
130-230	5.035,73
230-330	2.600,03
330-430	1.053,33
430-530	655,94
530-630	403,90
630-730	278,78
730-830	1.12,31
>830	43,52
TOTAL	11.974

Fonte: Autores (2025)

Figura 5 – Mapa Hipsométrico da ASD 1 Centro-Norte Cearense



Fonte: Autores (2025)

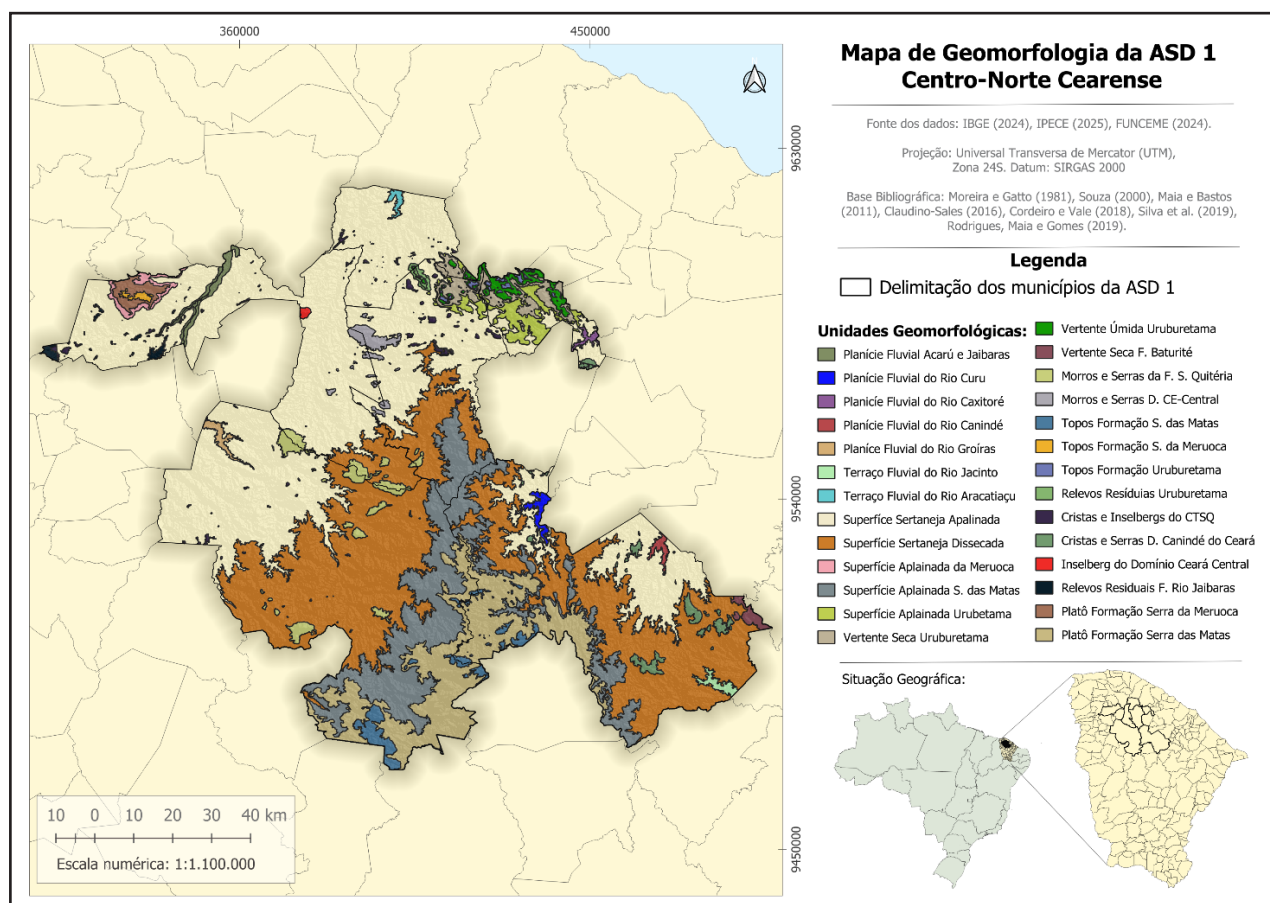
Por meio dessa abordagem, foi possível identificar as zonas de maior e menor altitude, contribuindo para a compreensão da organização vertical do relevo e para a distinção dos compartimentos morfoestruturais. O resultado obtido, quadro 2, mostra que a classe altimétrica que varia entre 130 e 230 metros obteve o maior valor de área, aproximadamente 5.035,73 km², e o menor valor de área é representado por 43,53 km² de área para a classe altimétrica que varia entre 830 e 1.030 metros, área que se refere ao ponto mais alto da região.

Logo, a geomorfologia da área é notadamente marcada por estruturas deformacionais dúcteis e rúpteis impressas no embasamento cristalino pré-cambriano (Maia; Bezerra, 2014). Sendo também predominantemente marcada por extensas superfícies aplainadas (Funceme, 2019). A formação da superfície sertaneja nos sertões do centro-norte e central do Ceará foi realizada a partir de depósitos e

circulação de sedimentos de serras e chapadas através da erosão, pelo processo de aplainamento (Rabelo, 2022).

A ASD 1 se caracteriza por uma ampla gama de formações geomorfológicas provenientes de paleoformas moldadas pelos agentes endógenos e exógenos (Figura 6). Nesse sentido, as feições que mais caracterizam a área de estudo são as superfícies sertanejas em seus diferentes patamares, os relevos residuais e os corpos graníticos intrusivos. Além disso, destacam-se também os terraços fluviais presentes com maior destaque na porção norte da ASD e as diferentes altitudes, que, no caso do semiárido cearense, assumem papel fundamental no que concerne à distribuição da vegetação e às diferentes formas de ocupação do solo.

Figura 6 – Mapa geomorfológico da ASD 1 Centro-Norte Cearense



Fonte: Autores (2025)

A área de análise é formada por relevos residuais (figura 7 (B)), os quais ocorrem agrupados e/ou isolados de macroformas de relevo, sobretudo em

formações graníticas cujo material litológico encontra-se *in situ*, tratando-se de feições associadas à exposição da rocha matriz, como *inselbergs* e *bornhardts* (Migón, 2006; Claudino-Sales, 2016). Além disso, a geomorfologia apresenta relevos que se sobressaem em relação à área de entorno, como no caso do Maciço de Uruburetama na Figura 7 (A).

Figura 7 – Vista da depressão da Serra de Uruburetama (A) e Maciços cristalinos residuais da formação Missi em Irauçuba (B)

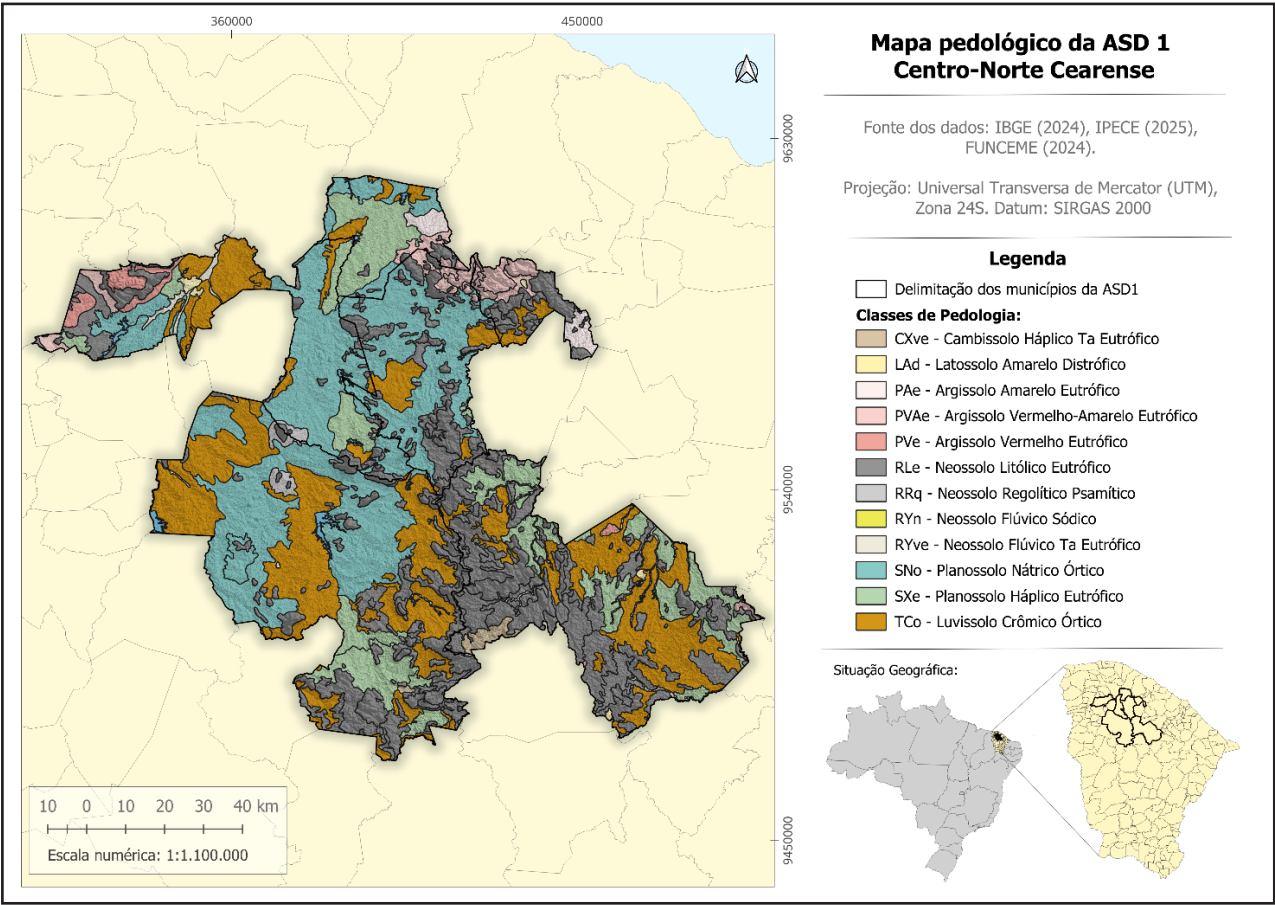


Fonte: Autores (2024)

Em relação à pedologia (Figura 8), a ASD 1 se destaca por solos rasos com horizontes texturais e exumação dos horizontes C e R em regiões mais degradadas. Pela dinâmica da degradação ambiental também se destaca a exposição de horizontes subsuperficiais que, em geral, não ultrapassam o horizonte B. A área possui tipologias de solo em graus de desenvolvimento que vão desde os pouco desenvolvidos até os que apresentam um maior desenvolvimento, sobretudo nas regiões mais úmidas e em áreas deposicionais.

Com isso, é possível definir que o solo mais predominante na região de análise é o Planossolo, rico em argila, o Neossolo, constituído por material mineral ou orgânico, e o Luvisolo, com a presença de alta fertilidade natural. No quadro 3, destaca-se a classificação completa dos tipos de solo presentes na ASD 1 Centro-Norte cearense.

Figura 8 – Mapa pedológico da ASD 1 Centro-Norte Cearense



Fonte: Autores (2025)

Quadro 3 – Classificação Pedológica da ASD 1

Classificação Pedagógica	
Cxve	Cambissolo Háplico Ta Eutrófico
Lad	Latossolo Amarelo Distrófico
Pae	Argissolo Amarelo Eutrófico
PVAe	rgissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico
Pve	Argissolo Vermelho Eutrófico
Rle	Neossolo Litólico Eutrófico
RRq	Neossolo Regolítico Psamítico
RYn	Neossolo Flúvico Sódico
RYve	Neossolo Flúvico Ta Eutrófico
Sno	Planossolo Nátrico Órtico
Sxe	Planossolo Háplico Eutrófico
Tco	Luvissolo Crômico Órtico

Fonte: Autores (2025), baseados em IBGE (2015) e Funceme (2024)

Ao dissertar sobre a influência dos solos na vegetação, Fernandes (2006) descreve padrões de infiltração, acumulação e disponibilidade de água em diferentes tipos de solo, ressaltando, para isso, a importância do ponto de murcha permanente das plantas, da capacidade de campo e da textura do solo. A textura e compacidade do solo estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Rizzini, 1997; Lima, 2012). Nesse sentido, o solo está diretamente ligado ao padrão vegetacional da ASD, o que afeta diretamente a cobertura vegetal e as propriedades físicas e químicas do solo, bem como os sistemas ambientais (Palmieri; Larach, 2000).

4 SISTEMAS AMBIENTAIS PRESENTES NA ASD 1

Os sistemas ambientais configuram-se mediante a influência de aspectos físicos, químicos, biológicos, tanto de cunho natural como de ações produzidas devido à atuação humana. Esse conjunto de interações repercute diretamente sobre o quadro natural e paisagístico, sendo, portanto, resultante de processos e ações históricas que marcam os ambientes físico-naturais (Lima, 2022).

Para Souza (2000), a identificação e delimitação das unidades ambientais devem levar em consideração as interrelações entre os componentes da paisagem enquanto processos dinâmicos no espaço e no tempo. Nesse sentido, o relevo e o solo foram utilizados como bases enquanto critérios de compartimentação dos sistemas ambientais.

Os sistemas ambientais (quadro 4) que influenciam a dinâmica paisagística e ambiental da área suscetível à desertificação do centro-norte cearense estão distribuídos entre domínios sertanejos e serranos, caracterizados por diferentes formas de relevo, condições ambientais e cobertura vegetal.

Nos Sertões, destacam-se superfícies predominantemente pediplanadas ou moderadamente dissecadas, com ocorrência de morros e colinas rasas intercaladas por vales e planícies fluviais, além de elementos geomorfológicos como cristas, inselbergs, lajedos e aluviões quaternários, presentes nos Sertões de Canindé, Irauçuba e Itapajé, Santa Quitéria, Miraíma/Aracatiaçu e Sobral. Esses ambientes apresentam relevo

relativamente suave, com áreas sujeitas a inundações sazonais e drenagem associada a vales abertos.

Em contraste, o domínio das Serras, como Baturité, Uruburetama, Meruoca-Rosário e Serra das Matas, apresenta relevo mais elevado e dissecado, com morros, cristas e vertentes mais íngremes, além de condições ambientais diferenciadas, como maior umidade, presença de nascentes e temperaturas mais amenas em algumas áreas. Nessas serras ocorrem solos de diferentes profundidades, afloramentos rochosos e vegetação variando entre remanescentes de Mata Atlântica, formações subperenifólias, subcaducifólias e caatinga arbustiva-arbórea, evidenciando maior heterogeneidade ambiental em relação aos sertões circundantes.

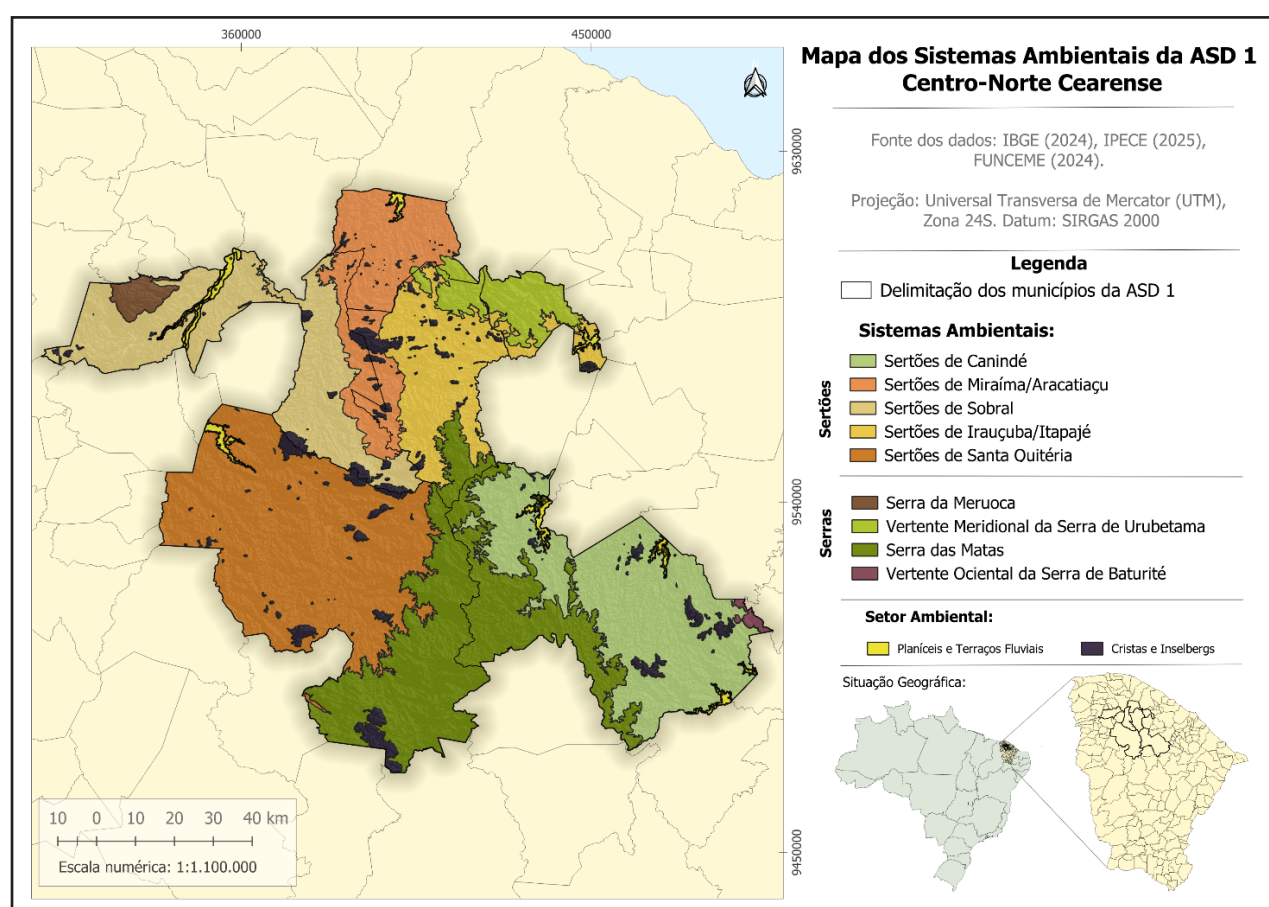
Quadro 4 – Sistemas ambientais presentes na ASD 1

Domínio	Sistema ambiental	Características Ambientais
Sertões	Sertões de Canindé	Superfície moderadamente dissecada em morros e colinas rasas, associada a pediplano com baixos declives, intercalada por planícies fluviais, cristas, lajedos, inselbergs e estreitas faixas de aluviões quaternários.
	Sertões de Irauçuba e Itapajé	Superfície plana a moderadamente dissecada, com vales abertos, planícies fluviais sazonais e ocorrência de cristas, inselbergs e blocos rochosos.
	Sertões de Santa Quitéria	Superfície moderadamente dissecada, com morros e colinas rasas, intercalada por planícies fluviais, cristas, inselbergs e aluviões quaternários nos vales.
	Sertões de Miraíma/Aracatiaçu	Superfície moderadamente dissecada em colinas rasas intercaladas por vales e planícies em litotipos do Complexo Ceará e do Complexo Tamboril – Santa Quitéria
	Sertões de Sobral	Superfície pediplanada, eventualmente dissecada em morros e colinas rasas intercaladas por planícies fluviais e áreas de inundações sazonais
Serras	Serra de Baturité	Relevo montanhoso e presença de remanescentes de Mata Atlântica topos planos arredondados, áreas com maior umidade e temperaturas amenas; solos profundos e ocorrência de nascentes.
	Serra de Uruburetama	Relevo dissecado em cristas e morros, com vertentes acentuadas vegetação subperenifólia e subcaducifólia; solos bem desenvolvidos, vales estreitos e úmidos.
	Serra da Meruoca-Rosário	Superfície elevada com topos planos, presença de lajedos e blocos de granito; vegetação caducifólia e subcaducifólia; solos rasos a moderadamente profundos; apresenta áreas com maior pluviosidade em relação ao entorno.
	Serra das Matas	Relevo suavemente ondulado a forte ondulado, com morros e colinas; caatinga arbustiva arbórea; solos variando de rasos a profundos, afloramentos rochosos frequentes, drenagem intermitente e vales pouco encaixados.

Fonte: Autores (2025)

Com base na análise espacial representada (Figura 9), observa-se que as classes de sistemas ambientais com maior predominância na área de estudo correspondem aos sertões. Dentro dessa categoria, destacam-se os Sertões de Santa Quitéria e os Sertões de Canindé, os quais constituem, respectivamente, áreas de superfície sertaneja dissecada e superfície sertaneja aplainada, conforme os padrões geomorfológicos e pedológicos da superfície analisada.

Figura 9 – Sistemas ambientais presentes na ASD 1 Centro-Norte Cearense



Fonte: Autores (2025)

O quadro a seguir (Quadro 5) apresenta a distribuição espacial dos principais sistemas ambientais da área de estudo, indicando suas respectivas extensões territoriais em quilômetros quadrados e participação percentual na área total.

Quadro 5 – Distribuição dos Sistemas e setores Ambientais identificados na ASD 1

Sistemas e setores Ambientais	Área (km²)	Porcentagem
Planícies e Terraços Fluviais	34,38	0,22%
Serra da Meruoca	120,04	0,77%
Serra de Uruburetama	426,51	2,73%
Cristas e Inselbergs	195,54	1,25%
Serra das Matas	2.357,02	15,07%
Sertões de Miraíma/Aracatiaçu	1.246,86	7,97%
Sertões de Santa Quitéria	4.262,29	27,25%
Sertões de Canindé	3.032,39	19,39%
Sertões de Sobral	2.068,47	13,22%
Sertões de Irauçuba/Itapajé	1.898,60	12,14%

Fonte: Autores (2025)

A predominância desses sistemas ambientais reflete a complexa interação entre a estrutura geológica e os processos morfogenéticos atuantes na área. Os Sertões de Miraíma/Aracatiaçu são caracterizados por uma superfície moderadamente dissecada assentada sobre litotipos do Complexo Ceará e do Complexo Tamboril-Santa Quitéria (Souza Filho, 2000; Claudino-Sales, 2016), com a presença de 1.246,86 km² de área, que corresponde a quase 8% do território da ASD1. Essa compartimentação evidencia a atuação de processos erosivos diferenciais ao longo do Cenozoico (Souza, 2000; Maia; Bezerra, 2014).

Os Sertões de Santa Quitéria, por sua vez, correspondem a superfícies moderadamente dissecadas, com morros e colinas rasas intercaladas por planícies fluviais, cristas, inselbergs e aluviões quaternários nos vales, e correspondem a 4.262,29 km² de extensão. Essa configuração morfológica associa-se à presença de solos predominantemente rasos, como Planossolos, Neossolos e Luvisolos (Funceme, 2024), cuja baixa profundidade e suscetibilidade à erosão intensificam os processos de degradação, especialmente em áreas submetidas a usos intensivos como o binômio gado-algodão (Oliveira; Silva Filho; Guedes, 2022).

A compartimentação dos Sertões de Canindé, com uma área de 3.032,39 km², reflete a atuação de processos de pediplanação que suavizaram o relevo associado a oscilações climáticas quaternárias (Souza, 2000). A presença de cristas e inselbergs denota o controle estrutural exercido por litologias mais resistentes do embasamento cristalino, que sobressaem à superfície de aplainamento (Maia; Nascimento, 2018). Nestes setores, os solos variam entre Luvisolos e Planossolos, com ocorrência de Neossolos Litólicos nas áreas de maior declividade e proximidade aos afloramentos rochosos (Funceme, 2024).

Os Sertões de Sobral com uma área aproximada de 2.068,47 km² correspondem à superfície pediplanada, eventualmente dissecada em morros e colinas rasas intercaladas por planícies fluviais e áreas de inundações sazonais (Souza, 2000). As áreas de inundação sazonal associam-se às planícies dos principais rios da região, como o Acaraú e o Jaibas, onde se desenvolvem solos aluviais com maior potencial agrícola, embora sujeitos a riscos de salinização e contaminação por atividades econômicas (Lima, 2022).

A proximidade com o núcleo urbano de Sobral, o mais populoso da ASD 1, impõe pressões adicionais sobre estes sistemas, incluindo a expansão imobiliária, a extração de argila para cerâmica, de areia para a construção civil dos leitos fluviais e o desmatamento para suprimento energético (Matos, 2025).

Já os Sertões de Irauçuba e Itapajé, com aproximadamente 1.898,60 km², caracterizam-se por superfície plana a moderadamente dissecada, com vales abertos, planícies fluviais sazonais e ocorrência de cristas, inselbergs e blocos rochosos. A significativa ocorrência de inselbergs e blocos rochosos nesta unidade reflete o controle litológico exercido por granitos e migmatitos mais resistentes à erosão diferencial (Claudino-Sales, 2016; Cordeiro *et al.*, 2019). Os solos predominantes são Neossolos Litólicos, Luvisolos e Planossolos (Embrapa, 2018). Este sistema concentra alguns dos mais expressivos níveis de degradação da ASD 1, particularmente no entorno

de Irauçuba, onde o sobrepastoreio e o extrativismo lenhoso têm historicamente comprometido a resiliência ambiental (Chavango, 2014; Funceme, 2015).

As diferentes configurações morfológicas observadas, desde superfícies mais aplainadas até setores moderadamente dissecados e terraços e planícies fluviais, refletem distintos estágios de evolução geomorfológica, condicionados tanto pela resistência litológica quanto pela erosão diferencial (Corrêa *et al.*, 2010; Maia; Nascimento, 2018).

A heterogeneidade fisionômica dos sistemas ambientais identificados, associada às variações pedológicas, ao controle geológico-estrutural e ao histórico de uso da terra, reforça a necessidade de abordagens integradas para o planejamento territorial, especialmente diante dos processos de degradação ambiental que afetam a região (Funceme, 2015; Ferreira, 2021).

A contínua exploração ambiental na ASD sem respeitar as capacidades do meio ecológico tem causado uma série de impactos negativos nos sistemas ambientais, pois, em decorrência do uso inadequado da terra, através de práticas agrícolas, pecuária, extrativismo e caça predatória, processos como erosão dos solos, diminuição qualitativa de abastecimento hídrico subterrâneo e redução da biodiversidade (flora e fauna) têm se intensificado (Souza 2000; Nascimento, 2015).

Portanto, a compartimentação ambiental, ao segmentar o território em unidades geoambientais, permite a análise detalhada das interações entre os componentes geológicos, vegetacionais e biológicos da área. O quadro 6 apresenta as unidades geoambientais da ASD 1, associadas às suas características dominantes e aos tipos de vegetação prevalentes.

De modo geral, a degradação ambiental independe do modo de produção, mas ocorre de acordo com a intensidade do modo de apropriação material. Nas áreas rurais, os principais problemas causados pelo uso da terra, sem levar em conta os limites e os riscos, têm provocado o desenvolvimento de processos erosivos acelerados em várias partes do território nacional (Guerra; Cunha, 2004).

Assim, é possível relacionar a intensificação dos processos erosivos na ASD 1 às relações socioeconômicas e à apropriação da natureza, que se dá pelo uso intensivo da terra. Tais práticas são evidenciadas em campo, onde se observa o uso intensivo da terra e o corte de lenha para fins cotidianos da população, bem como o abastecimento de fábricas ceramistas (Figura 10) e de padarias.

Quadro 6 – Compartimentação geoambiental da ASD 1

Compartimentação Geoambiental		
Unidades Geoambientais	Características dominantes	Vegetação
Maciços Residuais	Superfícies elevadas, com relevos fortemente dissecados com condições de climáticas úmidas e sub-úmidas	Mata úmida do cristalino
Terraços	Séries de rampas de baixos declives, mantidas por cascalheiros com material quartzoso heterométrico	Caatinga arbustiva
Serras Úmidas e Sub-úmidas	Áreas serranas dispersas pelas depressões sertanejas, relevos fortemente dissecados em feições de colinas e cristas	Mata úmida do cristalino e mata seca do cristalino
Planícies Fluviais	Áreas planas resultantes de acumulação fluvial que bordejam as calhas dos rios	Caatinga arbórea
Depressões Sertanejas	Domínio de maior abrangência espacial com litologias datadas do pré-cambriano	Caatinga do cristalino

Fonte: Autores (2025), adaptado de Souza (2000), Fernandes (2006) e Moro *et al.* (2015)

Figura 10 – Fábrica Ceramista em Canindé



Fonte: Autores (2025)

A extração de argila para o processo de construção da cerâmica pode levar ao desmatamento e à degradação do solo, afetando o ecossistema local. O uso da lenha é outra consequência negativa para a região, resultando na emissão de gases poluentes para a atmosfera. Na fabricação da cerâmica, ocorrem a queima dos fornos e a liberação de fuligem no ambiente, gerando impactos na qualidade de vida da população local.

De maneira geral, a ocupação do solo na ASD reflete a dinâmica de apropriação e degradação a que os diferentes sistemas ambientais são submetidos e o processo predatório a que o ambiente foi subordinado. Nesse sentido, verifica-se que a área de estudo apresenta grandes áreas com vegetação de caatinga arbustiva, denotando, assim, pelo histórico da terra, uma vegetação secundária a manifestar-se em boa parte da ASD 1.

Além disso, percebe-se que nas áreas de maior altitude a vegetação de caatinga arbustiva-arbórea e vegetações ombrófilas são mais preservadas devido à dificuldade de se estabelecer culturas agrícolas e pecuárias em regiões acidentadas, apesar disso, verifica-se que essas áreas vêm sendo transformadas ao longo dos anos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os municípios que compõem a ASD 1 possuem uma diversidade de sistemas ambientais, os quais apresentam vulnerabilidades específicas, tornando-se fundamental um estudo acerca da caracterização da área a fim de ter um desenvolvimento sustentável territorial.

Para atingir os objetivos propostos, foi realizado o mapeamento dos sistemas ambientais, tomando como base os mapas geológicos, geomorfológicos e pedológicos da região, a fim de gerar interpretações dos produtos de sensoriamento remoto e da atividade de campo, caracterizando seus domínios naturais e vulnerabilidade ambiental.

Enquanto estudos prévios frequentemente abordavam componentes isolados (como erosão, vegetação ou clima) ou utilizavam escalas mais amplas, esta pesquisa

avança em relação às demais ao cruzar dados geológicos, pedológicos, geomorfológicos e hipsométricos, gerando um modelo espacial que não apenas descreve, mas explica a organização funcional da paisagem.

Com isso, foram identificados, ao todo, nove sistemas ambientais, distribuídos entre serras e sertões, e dois setores ambientais, indicando as características do local. Nessa perspectiva, cabe destacar que os modos de produção que são exercidos na ASD causam uma degradação ambiental, principalmente através da erosão do solo. As políticas públicas para gestão do território devem utilizar dados integrados e sistematizados, visando à medida que possibilitem a preservação dos recursos naturais.

Por fim, a utilização de dados de geoprocessamento é de suma importância para a eficiência dos dados e dos mapeamentos gerados sobre os sistemas ambientais. Em especial, em fenômenos associados à compartimentação geoambiental, surge como um importante organizador do funcionamento dos ambientes.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. Geomorfologia**, São Paulo, n. 43, p. 1-39, 1974.
- ALMEIDA, I. C. S. **Degradação, desertificação e recomposição ambiental no Seridó Ocidental, estado da Paraíba**. 2015. 179 f. Tese do Programa de pós-graduação em Geografia. Universidade do Estado do Ceará. Fortaleza. 2015.
- ANDRADE-LIMA, D. de. The caatingas dominium. **Revista brasileira de Botânica**, v. 4, n. 2, p. 149-153, 1981.
- ANTONGIOVANNI, M.; VENTICINQUE, E.; HATSUMOTO, M. H.; FONSECA, C. R. Chronic anthropogenic disturbance on Caatinga dry forest fragments. **Journal of Applied Ecology**, v. 57, n. 10, p. 2064-2074, 2020.
- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R & GUERRA, A. J. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Revista RA´EGA**, Curitiba, n. 8, 2004, p. 141-152.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: um esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. N.13. São Paulo. IGUSP. 1972. 27 p.

BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAN-BRASIL**. Brasília, DF: MMA, 2004. 225 p.

CEARÁ. **Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca**. Fortaleza: MMA e SRH, 2010.

CHAVANGO, M. H. **Análise ambiental da bacia hidrográfica do rio Missi em Irauçuba-Ceará uma contribuição ao uso de suas terras**. 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Fortaleza-CE.

CLAUDINO-SALES, V. de. Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 8, n. 2, p. 125-141, 2004.

CLAUDINO-SALES, V. **Megageomorfologia do Estado do Ceará: história da paisagem geomorfológica**. Novas Edições Acadêmicas, 2016.

CORDEIRO, A. M. N.; VALE, C. C. do. Compartimentação geomorfológica da região norte do Estado do Ceará. Revista de Geociências do Nordeste, v. 4, n. especial, p. 420-433, 2018.

CORDEIRO, A. M. N.; ARAÚJO, R. B.; H. BASTOS, F.; SAMPAIO, A. C. P. (2019). Identificação das feições graníticas do município de irauçuba-ceará. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, 21(2), p. 51-61.

CORRÊA, A. C. de B.; TAVARES, B. A. C. de; MONTEIRO, K. de A.; CAVALCANTI, L. C. de S.; LIRA, D. R. de. Megamorfologia e morfoestrutura do Planalto de Borborema. **Revista do Instituto Geológico**. v. 31, n. 1-2, p. 35-52, 2010.

CPRM. Instituto do Serviço Geológico do Brasil – SGB. **Carta geológica: folha Santa Quitéria** – SB.24-V-B-I CPRM, 2009. Escala 1:100.000.

CPRM. Instituto do Serviço Geológico do Brasil – SGB. **Carta geológica: folha Sobral** – SA.24-Y-D-IV. Rio de Janeiro: CPRM, 2014. Escala 1:100.000.

CPRM. Instituto do Serviço Geológico do Brasil – SGB. **Carta geológica: folha Irauçuba** – SA.24-Y-D-V. Rio de Janeiro: CPRM, 2018. Escala 1:100.000.

CPRM. Instituto do Serviço Geológico do Brasil – SGB. **Simbologia GeoSGB**. 2021.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** / Humberto Gonçalves dos Santos... [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EUROPEAN UNION. **Copernicus DEM global digital elevation model**. Copernicus Data Space Ecosystem, 2023. Disponível em: <https://dataspace.copernicus.eu>.

FERREIRA, Y. B. **Balanço hídrico climatológico como ferramenta de análise hidroclimática de núcleos de susceptibilidade a desertificação**. 2021. 195 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

FERNANDES, A. **Fitogeografia Brasileira: Províncias Florísticas**. 3°. ed. Fortaleza: Realce Editora e indústria gráfica, 2006. 202 p.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Zoneamento ecológico-econômico das áreas suscetíveis à desertificação do núcleo I Irauçuba/Centro-Norte**. / Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos/ Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. - Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2015.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Mapeamento de Solos do Ceará**. 2024.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Áreas Fortemente Degradadas em processo de Desertificação**. Estado do Ceará, 2019.

GOMES, I. P. **Caracterização petrográfica e petroquímica dos granitos tardi e póstectônicos da região de Santa Quitéria-Ceará, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2006.

GUERRA, A. J.T.; CUNHA, S.B. **Degradação ambiental e geomorfologia**. In: Geomorfologia e Meio Ambiente. 5° ed Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Manual técnico de pedologia** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - 3. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p. - (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 4).

IPCC. **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023.

IPECE. INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Um retrato do semi-árido cearense**. Fortaleza: 2010.

IPECE. INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil básico regional**. Fortaleza: 2022.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. Oficina de textos, 2016.

LIMA, E. R. **Atividade de carcinicultura: a vulnerabilidade nos sistemas ambientais do estuário do Rio Pirangi, Beberibe/Fortim – Ceará, Brasil**. 2022. 140 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico ou Profissional em 2022) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2022.

LIMA, V. R. P. **Caracterización biogeográfica del bioma Caatinga en el sector semiárido de la cuenca del Río Paraíba-Noreste de Brasil**: propuesta de ordenación y gestión de un

medio semiárido tropical. 2012. Tese de Doutorado. Universidad de Sevilla.

LOURENÇO, L. L.; CRUZ, M. L. B. da. Análise dos sistemas ambientais existentes na área de influência direta do rio malcozinhado em Cascavel/CE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 25, n. 2, p. 52-70, 2023.

MAIA, R. P.; BASTOS, F. de H. Geomorfologia do noroeste do estado do Ceará: uma proposta de classificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 63-74, 2011.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural da relevância no Nordeste setentrional brasileiro. **Revista Mercator** (Fortaleza), p. 127-141, 2014.

MAIA, R.P.; NASCIMENTO, M. A. L. Relevos graníticos do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, 2018.

MATOS, D. A de. Caracterização geoambiental da sub-bacia do Riacho do Ipiranga, Bahia. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 29, 2025.

MIGÓN, P. **Geomorphological landscapes of the world: granite landscapes of the world**. New York: Oxford University Press Inc., 2006. 417 p.

MOREIRA, M. M. M. A.; GATTO, L. C. S. Geomorfologia. **Brasil. Ministério das Minas e Energias. Projeto RADAMBRASIL. Folha SA**, v. 24, p. 213-252, 1981.

MORO, F. M.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. S. F.; COSTA, R. C. da. Vegetação, unidade fitoecológica e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Revista Rodrigués: Rio de Janeiro**, v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015.

NASCIMENTO, F. R. do. Estado de conservação da vegetação e dos solos como evidências de desertificação. **Boletim Amazônico de Geografia**, Belém, v. 02, n. 03, p. 01-17, 2015.

OLIVEIRA JUNIOR, I. de; JESUS, A. P. de. Índice de vegetação e dinâmica ambiental das caatingas: a susceptibilidade ambiental à desertificação em Canudos-BA. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 29, 2025.

OLIVEIRA, P.J.L. de; SILVA FILHO, C.R. da; GUEDES, J.C.F. Variação da cobertura vegetal na Unidade de Conservação Stoessel de Brito, Jucurutu-RN. **Revista GeoNordeste**, São Cristóvão, v. 33, n. 1, p. 190-207, 2022.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 59-112.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Versão 3.40.5. Open-Source Geospatial Foundation, 2024. Software.

RABELO, D. R.; BRITO, A. S. L. de.; GIRÃO, I. R. F.; LEITE, L. S. de. Erosão no processo de formação da depressão sertaneja dos sertões centrais do estado do Ceará. In: **Sociedade, tecnologia e meio ambiente: avanços, retrocessos e novas perspectivas**. Editora Científica Digital, 2022. v. 2. p. 211-217.

REIS, A. P. L. dos; SILVA, M. A. F. S. de; MAIA, A. L. M.; SILVA-JÚNIOR, J. M. T. S. de; SABÓIA, L. R. M. de. Levantamento florístico das espécies nativas da caatinga do estado do Ceará. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 3, p. 3060-3078, 2021.

RIZZINI, C. T. (1997) **Tratado de Fitogeografia do Brasil**: Aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Ambito Cultural Edições, Rio de Janeiro.

ROCHA, H. S. **Feições do relevo granítico do refúgio de vida silvestre Pedra da Andorinha, Sobral, Ceará: classificação e potencialidades geoturísticas**. 2019. 118 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

RODRIGUES, W. F.; MAIA, R. P.; GOMES, D. D. M. Condicionamento morfoestrutural do inselberg pedra da Andorinha, sertão norte do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 4, 2019.

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Mapeamento da cobertura vegetal do Ceará – Relatório técnico 2022**. Fortaleza: SEMACE, 2022.

SOUZA FILHO, O. A. de. **Geologia e mapa de previsão de ocorrência de água subterrânea: Folha AS.24-Y-D-V – Irauçuba, Ceará**. 1998. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1998.

SOUZA FILHO, O. A. **Irauçuba, Folha SA.24-Y-D-V**, escala: 1:100.000. Estado do Ceará. Brasília: Serviço Geológico do Brasil, 2000.

SOUZA, M. J. N.; SANTOS, J. O.; OLIVEIRA, V. P. V. Sistemas ambientais e capacidade de suporte na bacia hidrográfica do rio Curu-Ceará. **Continents – Revista de Geografia**, n. 1, p. 119-143, 2017.

SOUZA, M. J. N. **Bases geoambientais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará**. In: LIMA, L. C. (Org.). Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Fortaleza, CE: FUNECE, 2000. p. 06-103.

SOUZA, M. J. N. **Panorama da degradação ambiental, desertificação e entraves ao desenvolvimento sustentável do Ceará**. In: PINHEIRO, D. R. C. (Org.). Desenvolvimento sustentável: desafios e discussões. Fortaleza, CE: ABC Editora, 2006a, p. 33-35.

SOUZA, M. J. N. **A problemática ambiental: cenários tendências para o bioma caatinga no Nordeste do Brasil**. In: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; DANTAS, E. W. C. (Orgs.). Panorama da Geografia brasileira. São Paulo: ANABLUME, 2006b. p. 119 -133.

VIANA, N. Capitalismo e destruição ambiental. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 10, n. 3, p. 179-192, 2016.

ZANINI, R. G.; GIOMETTI, A. B. dos R.; LIMA, M. J. de O.; Capitalismo e a crise ambiental: elementos para debate. **Revista Serviço Social em Perspectiva**, v. 9, n. 2, p. 18-38, 2025.

Contribuições de autoria

1 – Igor Bulhões Barros

Mestrado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará

<https://orcid.org/0009-0003-8881-0533> • professorigorbulhoes@gmail.com

Contribuição: coleta e análise dos dados, elaboração de tabelas e produtos cartográficos, redação do manuscrito e discussão dos resultados

2 – Lara Lima Lourenço

Mestrado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará

<https://orcid.org/0000-0002-3068-2378> • laralimalourenco@hotmail.com

Contribuição: organização e sistematização dos dados, elaboração de tabelas e produtos cartográficos e redação do manuscrito

3 – Iaponan Cardins de Sousa Almeida

Doutorado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará

<https://orcid.org/0000-0003-2731-8492> • iaponan.cardins@upe.br

Contribuição: análise formal dos dados, validação dos resultados e revisão crítica do manuscrito

4 – Maria Lúcia Brito da Cruz

Doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco

<https://orcid.org/0000-0002-2202-923X> • mlbcruz@gmail.com

Contribuição: orientação da pesquisa, supervisão e revisão crítica do manuscrito

Como citar este artigo

BARROS, I. B.; LOURENÇO, L. L.; ALMEIDA, I. C. S.; CRUZ, M. L. B. Identificação dos sistemas ambientais existentes na ASD 1 no Centro-Norte do Ceará. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 30, e91817, 2026. Disponível em: 10.5902/2236499491817. Acesso em: dia mês abreviado. ano.