

CONTRIBUIÇÕES DA CARTOGRAFIA DAS PAISAGENS PARA UM PROJETO DE GEOPARQUE MUNDIAL DA UNESCO, NO NORDESTE DO BRASIL: O “SERTÃO MONUMENTAL”

CONTRIBUTIONS OF LANDSCAPE CARTOGRAPHY TO A UNESCO WORLD GEOPARK PROJECT, IN THE NORTHEAST OF BRAZIL: THE “MONUMENTAL HISTORY”

APORTES DE LA CARTOGRAFÍA DEL PAISAJE A UN PROYECTO DE GEOPARK MUNDIAL DE LA UNESCO, EN EL NORESTE DE BRASIL: LA “HISTORIA MONUMENTAL”

FELIPE ANTÔNIO DANTAS MONTEIRO¹
RÚBSON PINHEIRO MAIA²
LUÍS CARLOS BASTOS FREITAS³
JUAN FRANCISCO NEPOMUCENO MONTEIRO⁴
ELIOMARA LEITE MEIRA GOMES⁵

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus de Quixadá
E-mail: felipe.dantas.monteiro@ifce.edu.br, ORCID: 0000-0002-6746-4219

² Deptº de Geografia, Universidade Federal do Ceará – UFC
E-mail: rubson.maia@ufc.com.br ORCID: 0000-0002-1688-5187

³ Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM
E-mail: luis.freitas@sgb.gov.br, ORCID: 0000-0002-1253-3619

⁴ Graduado em Geografia – UFC
E-mail: jfm.geografia@gmail.com, ORCID: 0009-0006-6595-1642

⁵ Mestre em Geografia – UFC
E-mail: eliomaragomes@gmail.com, ORCID: 0009-0006-3977-8575

RESUMO

No estado do Ceará em 2019, surge um novo projeto de Geoparque Mundial da UNESCO, o “Sertão Monumental”, possuindo um complexo de paisagens graníticas semiáridas com um extraordinário campo de *inselbergs* e importantes geomorfossítios. O presente trabalho tem o objetivo de colaborar com os estudos para o desenvolvimento do Projeto Geoparque Sertão Monumental, através da aplicação da metodologia da Cartografia de Paisagens, proposta por Cavalcanti (2018). Como área de estudo, teve-se como foco o município de Quixadá-CE, que compõem o território do projeto de geoparque em questão. Na execução desta pesquisa foi realizado o levantamento de dados e o mapeamento de diversos aspectos naturais (tanto abióticos quanto bióticos), como geologia, geomorfologia, solos, hidrografia, vegetação, altimetria e outros, obtendo-se como resultado desta análise a elaboração do mapa dos tipos de paisagens existentes no município de Quixadá. Ao término deste estudo, foi possível alcançar uma compreensão mais profunda da interação entre os diversos elementos abióticos (geodiversidade) e bióticos (biodiversidade), que compõem a rica variedade paisagística de Quixadá.

Palavras-chave: Geodiversidade. Geoconservação. Patrimônios geológico-geomorfológico. *Inselberg*. Ceará.

ABSTRACT

In the state of Ceará in 2019, a new UNESCO World Geopark project emerged, the “Sertão Monumental”, featuring a complex of semi-arid granite landscapes with an extraordinary field of *inselbergs* and important geomorphosites. The present work aims to collaborate with studies for the development of the Sertão Monumental Geopark Project, through the application of the Landscape Cartography methodology, proposed by Cavalcanti (2018). As a study area, the focus was on the municipality of Quixadá-CE, which makes up the territory of the geopark project in question. During the execution of this research, data collection and mapping of various natural aspects (both abiotic and biotic) were carried out, such as geology, geomorphology, soils, hydrography, vegetation, altimetry and others, resulting in the creation of a map as a result of this analysis. of the types of landscapes existing in the municipality of Quixadá. At the end of this study, it was possible to achieve a deeper understanding of the interaction between the various abiotic (geodiversity) and biotic (biodiversity) elements, which make up the rich landscape variety of Quixadá.

Keywords: Geodiversity. Geoconservation. Geological-geomorphological heritage. Inselberg. Ceará.

RESUMEN

En el estado de Ceará surgió en 2019 un nuevo proyecto de Geoparque Mundial de la UNESCO, el "Sertão Monumental", que presenta un complejo de paisajes graníticos semiáridos con un extraordinario campo de inselbergs e importantes geomorfositos. El presente trabajo tiene como objetivo colaborar con estudios para el desarrollo del Proyecto Geoparque Monumental Sertão, mediante la aplicación de la metodología de Cartografía del Paisaje, propuesta por Cavalcanti (2018). Como área de estudio, el foco estuvo en el municipio de Quixadá-CE, que conforma el territorio del proyecto de geoparque en cuestión. Durante la ejecución de esta investigación se realizó la recolección de datos y mapeo de diversos aspectos naturales (tanto abióticos como bióticos), como geología, geomorfología, suelos, hidrografía, vegetación, altimetría y otros, dando como resultado la creación de un mapa a modo de Resultado de este análisis de los tipos de paisajes existentes en el municipio de Quixadá. Al finalizar este estudio, fue posible lograr una comprensión más profunda de la interacción entre los diversos elementos abióticos (geodiversidad) y bióticos (biodiversidad), que conforman la rica variedad paisajística de Quixadá.

Palabras clave: Geodiversidad. Geoconservación. Patrimonio geológico-geomorfológico. Inselberg. Ceará.

INTRODUÇÃO

Os Geoparques Mundiais da UNESCO, como são oficialmente denominados, definem-se como áreas geográficas únicas e unificadas onde sítios e paisagens de importância geológica internacional são geridos com um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2023). Na sua essência, a concepção desses Geoparques propõe engendrar a concretização de conceitos fundamentais nessa área de estudo, como os assim chamados "5Gs" (Geodiversidade, Geopatrimônio, Geoconservação, Geoturismo e Geoparque), também como Geossítios, Geoeducação, Geoética, Geoprodutos e outros.

Deste modo, nos Geoparques pode se observar uma extraordinária conjunção, em que se encontram presentes: a Geodiversidade – variedade da natureza abiótica (SGB/CPRM, 2008); o Geopatrimônio – elementos da geodiversidade de valor excepcional (Brilha, 2018); a Geoconservação – proteção à geodiversidade e ao geopatrimônio (Gray, 2004); o Geoturismo – turismo sustentável, com foco na geodiversidade (Moreira, 2011); os Geossítios – locais que melhor representam a geodiversidade (Borba *et al.*, 2016); os Geoprodutos – mercadorias ou serviços inspirados na geodiversidade (Rodrigues *et al.*, 2021); a Geoeducação – promoção da aprendizagem de conhecimentos relacionados à geociências (Brocx e Semeniuk, 2019); a Geoética – campo das geociências sobre as implicações éticas, sociais e culturais da pesquisa e prática geológica (Castro *et al.*, 2018) e outros mais.

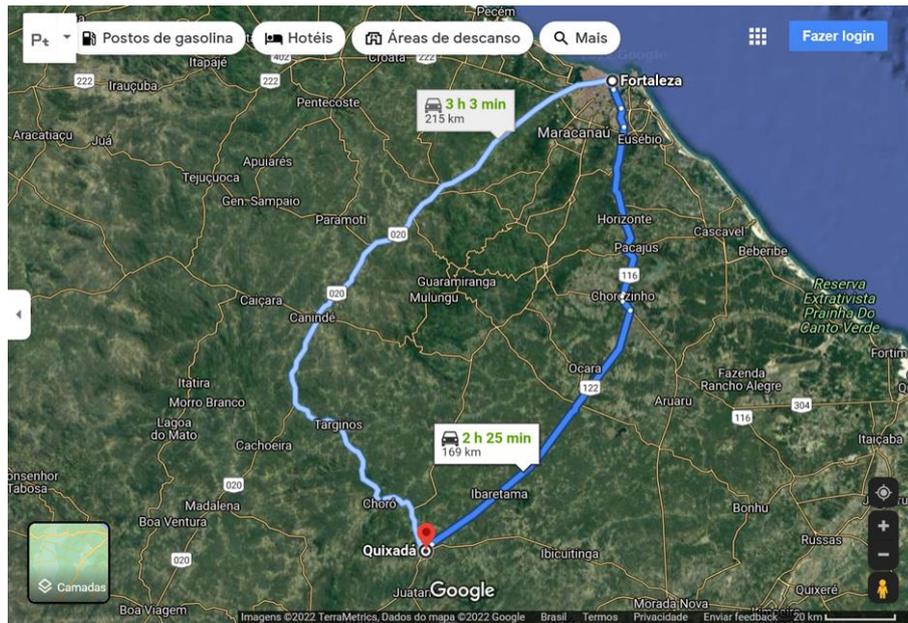
Em 2019, o Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM, com a colaboração de pesquisadores de universidades, elaborou o relatório "Geoparque Sertão Monumental - Proposta" (Freitas *et al.*, 2019), como parte integrante do "Projeto Geoparques" da CPRM. Essa proposta abrange a diversidade de geopatrimônios nos municípios de Quixadá e Quixeramobim, localizados no sertão central do estado do Ceará, notáveis por seus "campos de *inselbergs*". A proposta do Geoparque Sertão Monumental apresenta 20 geossítios e sítios da geodiversidade, sendo a maior parte referente a patrimônio geomorfológico (geomorfossítios). Em que se destacam dois geomorfossítios de relevância internacional, situados no amplo complexo de *inselbergs*, existente em Quixadá: a pedra do Cruzeiro (no centro da cidade) e a famosa pedra da Galinha choca (próxima ao açude do Cedro) (Monteiro *et al.*, 2023).

Este trabalho visa fornecer uma visão abrangente dos estudos desenvolvidos em um dos municípios da proposta de geoparque Sertão Monumental. Tem como principal objetivo analisar a geodiversidade local e sua relação com as múltiplas paisagens que caracterizam a área de estudo. Para isso, foi realizado o levantamento de dados e o mapeamento de diversos elementos naturais, tanto abióticos quanto bióticos, resultando na elaboração da cartografia de paisagens do município de Quixadá-CE, conforme a metodologia proposta por Cavalcanti (2018).

ÁREA DE ESTUDO

Nesta pesquisa, tem-se como área de estudo o município de Quixadá, na região do Sertão Central do estado do Ceará, com uma extensão territorial de 2.020,58 km² (IBGE, 2022). A cidade de Quixadá (sede municipal) está distante de Fortaleza (capital do estado) cerca de 169 km, o acesso pode ser feito através das rodovias BR-116 e depois BR-122 (Figura 1). Sua localização está nas coordenadas latitude 4° 58' 17"S e longitude 39° 00' 55"W (IPECE, 2021).

Figura 1 – Imagem do Google Maps, com a localização e acesso rodoviário ao município de Quixadá-CE



Fonte: Google Maps, 2022.

MATERIAIS E MÉTODOS

As etapas iniciais deste estudo envolveram a coleta de dados existentes e a elaboração de mapas relacionados aos componentes da geodiversidade e às características das paisagens na região de interesse. De acordo com Tricart (1965), o mapeamento é considerado uma ferramenta fundamental para a pesquisa, não se limitando exclusivamente a ser um resultado final da mesma.

Nesta perspectiva, da utilização de ferramentas de mapeamento, principalmente utilizando-se o Sistema de Informações Geográficas (SIG), Fushimi e Nunes (2016, p. 168) destacam:

O avanço e a difusão das técnicas computacionais em diversas áreas do conhecimento, especialmente na Geografia, têm proporcionado utilizá-las como instrumento relevante nos estudos ambientais, bem como na espacialização de informações para auxiliar a elaboração de diagnósticos e prognósticos, tanto em paisagens urbanas quanto rurais.

Para melhor compreender a diversidade das paisagens no território estudado, é crucial integrar os elementos naturais abióticos (rochas, relevos, solos, hidrografia, processos e demais), como componentes da geodiversidade, com outros elementos importantes, como os bióticos. Assim, constituindo-se os complexos naturais, também conhecidos como geossistemas, que são áreas resultantes da interação entre os diversos componentes da natureza biótica e abiótica. Nunes (2018), ao descrever a metodologia empregada na criação do Atlas Ambiental Escolar de Presidente Prudente, destaca a necessidade de compreender a dinâmica

do ambiente natural e enfatiza a importância do estudo da paisagem para conhecer as diversas partes que a compõem e suas relações correspondentes.

Desta forma, este trabalho também se utiliza dos fundamentos da Cartografia de Paisagens, visando um melhor entendimento da diversidade de paisagens existentes no município de Quixadá. Cavalcanti (2018, p. 6), em seu livro intitulado "Cartografia de Paisagens: Fundamentos", explica a importância desse instrumental para os estudos ambientais e a geografia:

Do ponto de vista epistemológico, a Cartografia de Paisagens é uma área da Cartografia Ambiental que constitui uma interface entre a Cartografia Temática e a Geografia Física Integrada. Outros nomes utilizados são Mapeamento de Geossistemas, Cartografia Geomorfológica Sintética e Cartografia Geoambiental, entre outros. Essa atividade surgiu de uma necessidade intrínseca da sociedade em conhecer e distinguir áreas cuja configuração e funcionamento dos processos naturais são os mesmos.

Pela sua própria natureza, a Cartografia de Paisagens é uma atividade ligada à Geografia, uma vez que sua execução necessita de uma série de conhecimentos distintos que encontram na Geografia física seus principais subsídios, a exemplo da morfologia dos solos, do inventário florestal e do mapeamento geomorfológico.

Por apresentar uma visão integrada dos elementos e processos do ambiente, a Cartografia de Paisagens possui grande importância para o diagnóstico, planejamento e gestão ambiental. Ainda, corroborando com essa fundamentação e a relevância da cartografia, Fushimi e Nunes (2016, p. 167) afirmam:

Diante da complexidade e inter-relação dos fenômenos ambientais, as técnicas de inferência espacial e as representações cartográficas podem ser utilizadas como importantes ferramentas na análise das dinâmicas das paisagens e nos procedimentos de tomadas de decisões por especialistas e estudiosos, tanto no âmbito geográfico, como em outras ciências.

Conforme indicado por Cavalcanti (2018), uma estratégia inicial eficaz para a diferenciação de paisagens envolve a delimitação de limites naturais por meio da interpretação de dados temáticos. Para implementar essa abordagem, é essencial dispor de uma variedade de conjuntos de dados temáticos, abarcando aspectos como geologia, geomorfologia, solos, hidrografia, vegetação, altitude, entre outros. A escolha da escala de mapeamento é de 1:250.000, visando representar as características regionais da área de estudo. A integração desses mapas possibilita a unificação dos dados sobre a geodiversidade entre diferentes unidades de paisagem.

Com relação ao levantamento de informações para o desenvolvimento deste trabalho, que possam demonstrar melhor, a complexidade dos elementos naturais envolvidos na estruturação da diversidade de paisagens, expõem-se a seguir a Quadro 1. Nela apresenta-se o conjunto de dados cartográficos obtidos para a realização desta pesquisa e mapeamentos necessários, tendo como principal objetivo a elaboração e análise do Mapa de Paisagens do município de Quixadá.

Quadro 1 – Conjunto de dados cartográficos utilizados

Dados	Escala	Fonte
Geologia (litologia/estrutura)	1:100.000	CPRM, 2022
Geomorfologia (compartimentação do relevo)	1:250.000	CPRM, 2019
MDE (hipsométrico e declividade)	1:250.000	Imagens de satélite ALOS (resolução de 12,5 m)
Pedologia (tipo de solos)	1:250.000	IBGE, 2017

Hidrografia (drenagem e corpos d'água)	1:250.000	IBGE, 2017
Vegetação (tipos vegetacionais)	1:250.000	IBGE, 2022

Fonte: Autor (2022).

Diversos artigos sobre geodiversidade enfatizam a importância de realizar uma avaliação quantitativa de uma área de estudo, muitos dos quais utilizam Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para obter um índice de geodiversidade local. Contudo, até o momento, não há uma padronização consensual definitiva sobre quais elementos que compõem a geodiversidade devem ser empregados. Esses elementos naturais abióticos, além de contribuir para as avaliações quantitativas do índice de geodiversidade, também desempenham um papel crucial na análise, planejamento e gestão de territórios, como no caso do município de Quixadá.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

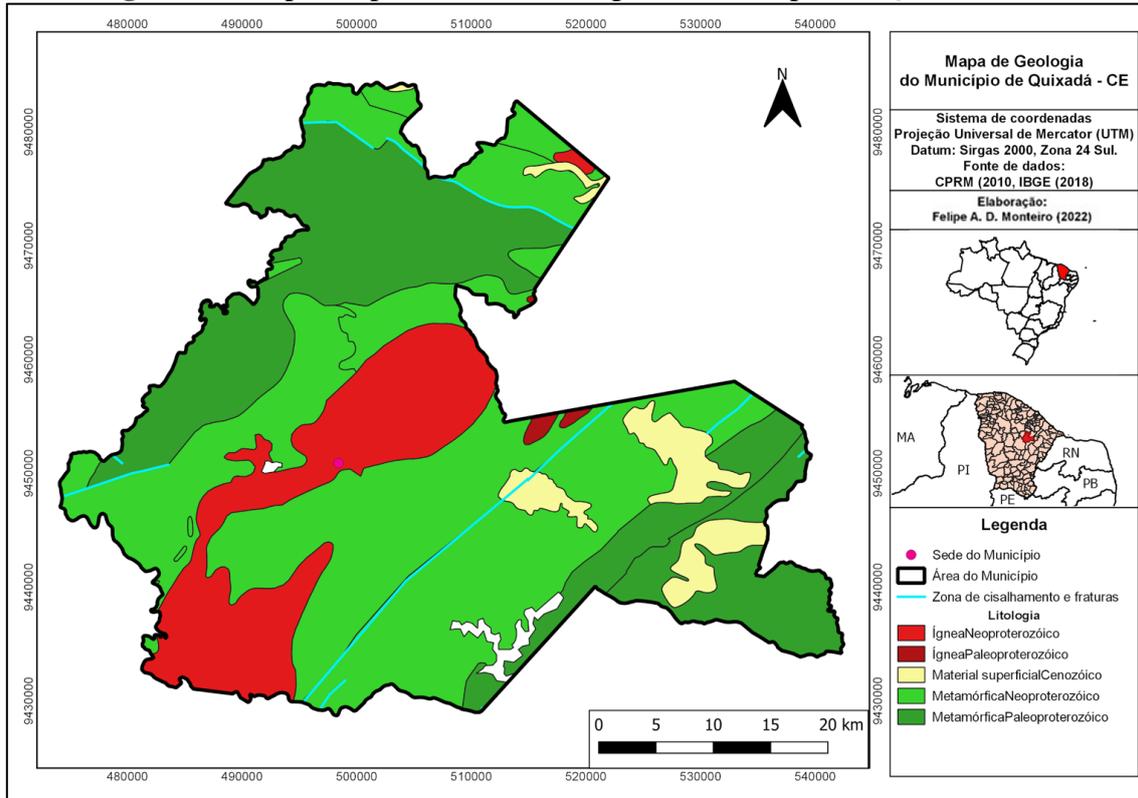
Aspectos Geológicos

De acordo com a geologia regional, a área de estudo está situada na Província Borborema, um domínio geológico-estrutural localizado no Nordeste setentrional do Brasil (Almeida *et al.*, 1977). Dentro das subdivisões da Província Borborema, a área de estudo está inserida no Domínio Ceará Central (DCC), sendo limitada a oeste pelo Lineamento Transbrasiliano e a leste pela Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP) (Fetter *et al.*, 2000).

A maioria dos corpos graníticos no nordeste setentrional brasileiro estão vinculados a um substrato ígneo formado por intrusões graníticas que afetaram a Província Borborema durante diversas orogenias ocorridas no Pré-Cambriano, especialmente na área de pesquisa, onde as intrusões resultam da ascensão de magma através da crosta ao longo de zonas de cisalhamento extensionais (Maia *et al.*, 2015).

No mapa simplificado da geologia do município de Quixadá (Figura 2), são identificados as informações pertinentes a este estudo, como os tipos litológicos: ígneos neoproterozoicos e paleoproterozoicos (granito, diorito, granodiorito, monzonito), metamórficos neoproterozoicos e paleoproterozoicos (biotita-xisto, diatexito, metatexito, muscovita-granada-xisto, metagranito, paragnaisse, biotita-gnaisse, actinolita-anfibolito, metagranito, metagranodiorito, ortognaisse), e materiais superficiais cenozóicos (depósitos colúvio-eluvias) (SGB/CPRM, 2010); E as principais estruturas geológicas: fraturas e a Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), que está situada a aproximadamente 12 km do batólito Quixadá. A história de colocação do batólito Quixadá está diretamente associada com a ZCSP através de estruturas extensionais induzidas pela sua cinemática dextral (Almeida, 1995).

Figura 2 – Mapa simplificado da Geologia do Município de Quixadá – CE



Fonte: Autor (2022).

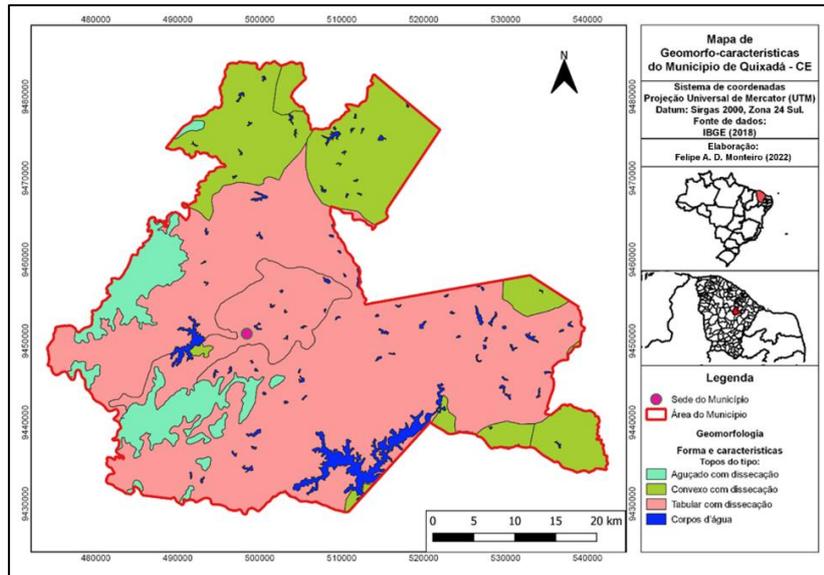
Aspectos Climáticos

Quixadá está inserido no Clima Semiárido Quente (BSH) de acordo com a classificação climática de Köppen, caracterizado por escassez de chuvas, distribuição irregular, baixa nebulosidade, intensa insolação, elevada evaporação e temperaturas médias em torno de 27°C. A distribuição das chuvas é irregular, concentradas principalmente nos quatro primeiros meses do ano. A média pluviométrica anual é 751 mm, mas a região possui uma sazonalidade caracterizada por duas estações bem definidas, sendo que o primeiro semestre do ano é chuvoso (89,6% dos totais pluviais) e o segundo é seco. A umidade relativa média mensal varia entre 45 e 80% (INMET, 2022). A alta taxa de evapotranspiração resulta em déficit hídrico anual.

Aspectos geomorfológicos

Fushimi *et al.* (2017) destacam a importância do mapeamento geomorfológico como ferramenta crucial para estudos do relevo e para subsidiar análises sobre a inter-relação dos aspectos naturais e sociais que constituem as paisagens. A elaboração do mapeamento da área de estudo, com base nos dados geomorfológicos do IBGE (2008), revela que a região está caracterizada por uma topografia dissecada, sendo classificada em três subtipos (Figura 3): topo aguçado com dissecção homogênea ou diferencial, topo convexo com dissecção homogênea ou diferencial, e topo tabular com dissecção homogênea ou diferencial.

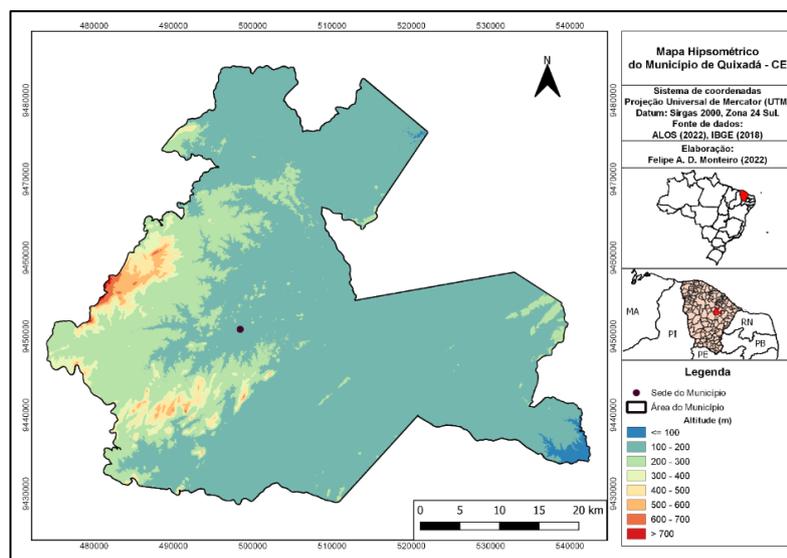
Figura 3 – Mapa de Geomorfo-características do Município de Quixadá – CE



Fonte: Autor (2022).

Utilizando o Modelo Digital de Elevação (MDE) derivado dos dados do satélite ALOS PALSAR com resolução de 12,5 m, foram criados mapas hipsométricos (de altimetria) e de declividade. Observa-se que as maiores elevações, em torno de 600 m, na área correspondem a litologias metamórficas paleoproterozoicas (conjunto serra do Estevão), ígneas neoproterozoicas e metamórficas neoproterozoicas (conjunto serra dos Macacos), com destaque para Metagranito, Paragnaisse e Biotita. Os *inselbergs* estão associados a altitudes medianas e declividades escarpadas de forma pontual (Olympio *et al.*, 2021), concentrando-se principalmente no Plúton Quixadá-Quixeramobim (Freitas *et al.*, 2019). Esses *inselbergs* configuram a paisagem local e lhe conferem caráter excepcional. Este significativo cenário constitui um dos principais geopatrimônios do Projeto Geoparque Sertão Monumental (Monteiro *et al.*, 2023), podendo ser observado as evidências da presença dos *inselbergs* na análise dos Mapas Hipsométrico (Figura 4), de Declividade (Figura 5) e de Unidades do Relevo (Figura 6).

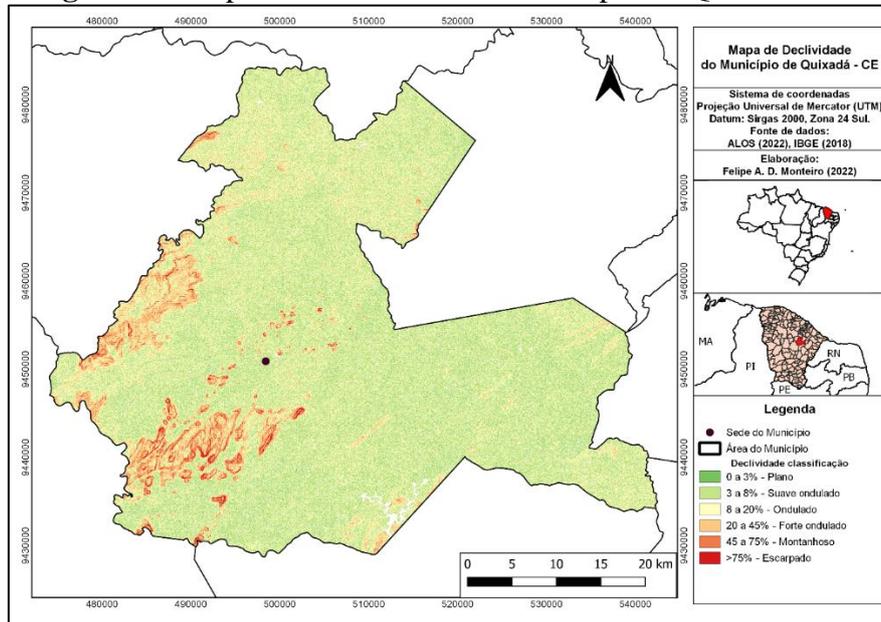
Figura 4 – Mapa Hipsométrico do Município de Quixadá – CE



Fonte: Autor (2022).

Examinando o Mapa de Declividade (Figura 5), nota-se que mais da metade da área exibe um padrão Suave-ondulado. Em segundo lugar, destaca-se a combinação dos padrões Ondulado, Forte-ondulado e Montanhoso, que pode ser subdividida em dois tipos distintos: o Domínio Serrano, caracterizado por uma extensa concentração de elevações; e os *Inselbergs*, de forma pontual, agrupando-se em áreas específicas do espaço.

Figura 5 – Mapa de Declividade do Município de Quixadá – CE



Fonte: Autor (2022).

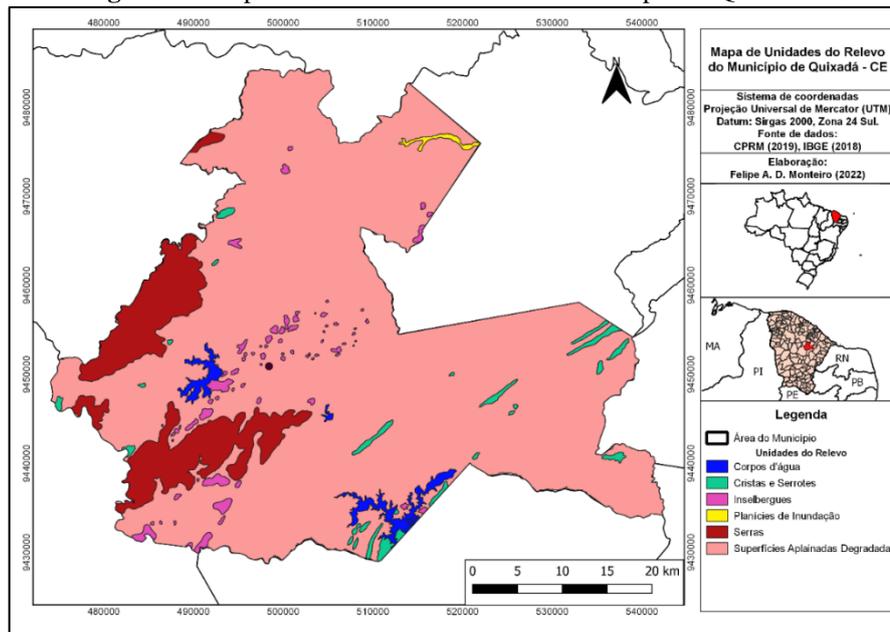
A seguir, o Mapa de Unidades do Relevo da área de estudo (Figura 6) apresenta a delimitação das principais compartimentações geomorfológicas do terreno. Este mapa revela as vastas extensões territoriais das superfícies aplainadas degradadas, conhecidas como depressões sertanejas, destacando de forma pronunciada as características dos *inselbergs*, popularmente chamados de monólitos. Esses *inselbergs* agrupam-se em áreas específicas do espaço, dando origem à expressão "campo de *inselbergs*". No mesmo mapa, também se registra a presença de planícies de inundação, serrotes e cristas, além de duas distintas áreas serranas, com altitudes que chegam a 600 m, a saber: a Serra do Estevão na porção ocidental do município e o conjunto que inclui a Serra dos Macacos na porção centro-sudoeste.

No estudo dos *inselbergs* nos municípios de Quixadá e Quixeramobim, Olímpio *et al.* (2021) discutem alguns detalhes relevantes acerca das características da geografia física da área em questão, proporcionando uma ilustração esclarecedora desse contexto, em que se encontram geomorfossítios importantes, como a Pedra do Cruzeiro e a Pedra da Galinha choca:

A compartimentação geomorfológica é caracterizada por extensas superfícies pré-cambrianas aplainadas, conhecidas como superfície ou depressão sertaneja (PEULVAST; CLAUDINO-SALES, 2002; SOUZA, 2007), pontuadas por diversos relevos residuais, tais como maciços, cristas e *inselberg*, os quais se distinguem pelos níveis altimétricos, feições de dissecação, abrangência espacial, constituição litológica, porém sempre associadas às rochas do embasamento cristalino (CLAUDINO-SALES, 2018; MEIRELES, 2007). Além disso, os terrenos aplainados compõem a superfície de piso regional e separam as demais elevações (LIMA; MORAIS; SOUZA, 2000).

As superfícies sertanejas do estado do Ceará mostram uma incipiente dissecação quaternária, marcada pela ligeira incisão fluvial e pela topografia suave ondulada. Todavia, estes terrenos se encontram pontilhados por elevações isoladas que se constituem em relevos residuais elaborados em rochas mais resistentes ao ataque dos agentes externos (DANTAS *et al.*, 2014; MEIRELES, 2007). Assim, em meio a paisagem monótona das superfícies aplainadas se destacam as morfologias de *inselberg*.

Figura 6 – Mapa de Unidades do Relevo do Município de Quixadá – CE

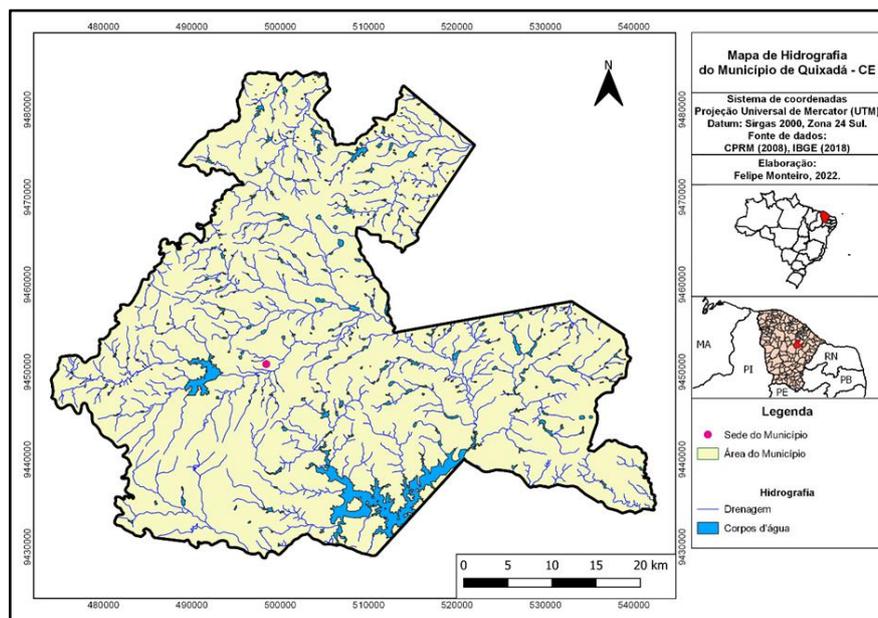


Fonte: Autor (2022).

Aspectos hidrológicos

A rede de drenagem apresenta características predominantemente densas, com um padrão dendrítico típico de terrenos de escudos cristalinos, rios intermitentes sazonais e, eventualmente, influenciada pelo controle estrutural (Figura 7). Destaca-se, ainda, a existência de vários açudes, construídos na tentativa de lidar com os períodos comuns de fortes secas na região. O município de Quixadá está, em sua maior parte, inserido na sub-bacia hidrográfica do Banabuiú, que, por sua vez, pertence à bacia do rio Jaguaribe, o maior e principal curso fluvial do estado do Ceará.

Figura 7 – Mapa de Hidrografia do Município de Quixadá - CE



Fonte: Autor (2022).

Aspectos pedológicos

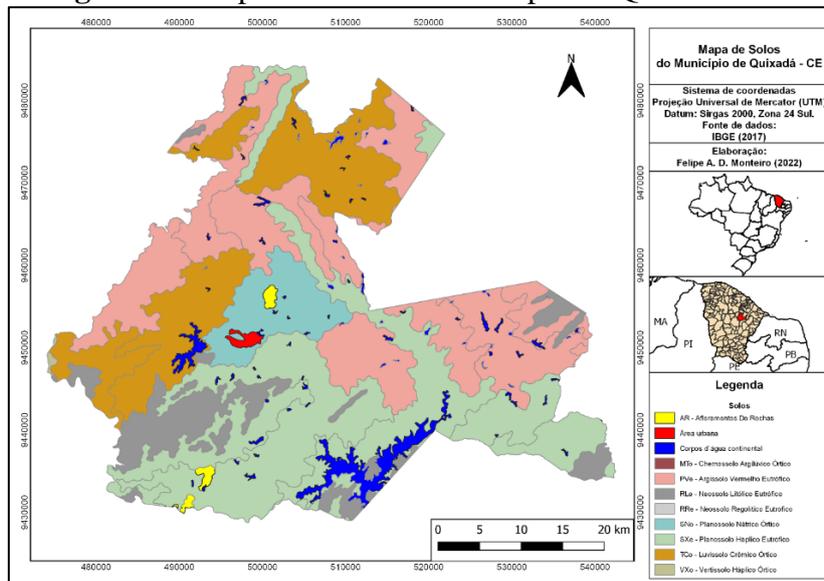
A área de estudo revela uma pedodiversidade (diversidade de solos), influenciada pelas diversas litologias do embasamento cristalino, assim como pelos aspectos topográficos presentes no município. De acordo com Perusi, Abrantes e Barros (2022), os "solos são excelentes narradores de história", pois por meio deles é possível identificar as alterações decorrentes de fenômenos naturais, e principalmente da ação antrópica.

Segundo Freitas *et al.* (2019), as características pedológicas gerais compreendem solos rasos a pouco profundos, pouco desenvolvidos, pedregosos, sujeitos à rochiosidade, férteis e com deficiência hídrica. Predominam as seguintes classes:

- Argissolos: são solos profundos a pouco profundos, com horizonte B textural, eutróficos e bem drenados, sendo bastante suscetíveis à erosão;
- Luvisolos: apresentam-se como solos rasos a pouco profundos, eutróficos, com presença de argilas de atividade alta e, comumente, são pedregosos. Estão presentes na Depressão Sertaneja e nas encostas menos acidentadas das cristas residuais;
- Vertissolos: caracterizam-se como solos argilosos e muito argilosos, ricos em argilas expansivas, férteis, com presença de gretas de contração durante o período seco. Ocorrem em fundos e planícies de reservatórios;
- Planossolos: apresentam-se como solos rasos, de cores pálidas e mal drenados, sendo também suscetíveis à salinização. Ocorrem nas superfícies planas a suavemente onduladas da superfície de aplainamento sertaneja;
- Neossolos litólicos: caracterizam-se como solos rasos (com contato lítico em até 50 cm de profundidade), pedregosos e eutróficos. Sua formação está associada aos terrenos mais ondulados, como as encostas das cristas residuais, frequentemente apresentando rochiosidade;
- Neossolos Regolíticos: esses solos ocorrem em depósitos coluviais, sendo pouco desenvolvidos, rasos, de textura arenosa, distróficos e pedregosos.

Conforme o mapa de pedologia (Figura 8) em comparação com o mapa de relevo (Figura 6), observa-se que os solos do tipo Argissolos e Neossolos estão presentes em áreas mais elevadas (Domínio serrano), os Planossolos predominam em grande parte das áreas relacionadas às superfícies aplainadas degradadas, e os Luvisolos ocorrem nas áreas das unidades de paisagem compreendidas entre as Serras do Estevão e dos Macacos, mais precisamente no Batólito Quixadá (Planossolos e Luvisolos).

Figura 8 – Mapa de Solos do Município de Quixadá – CE



Fonte: Autor (2022).

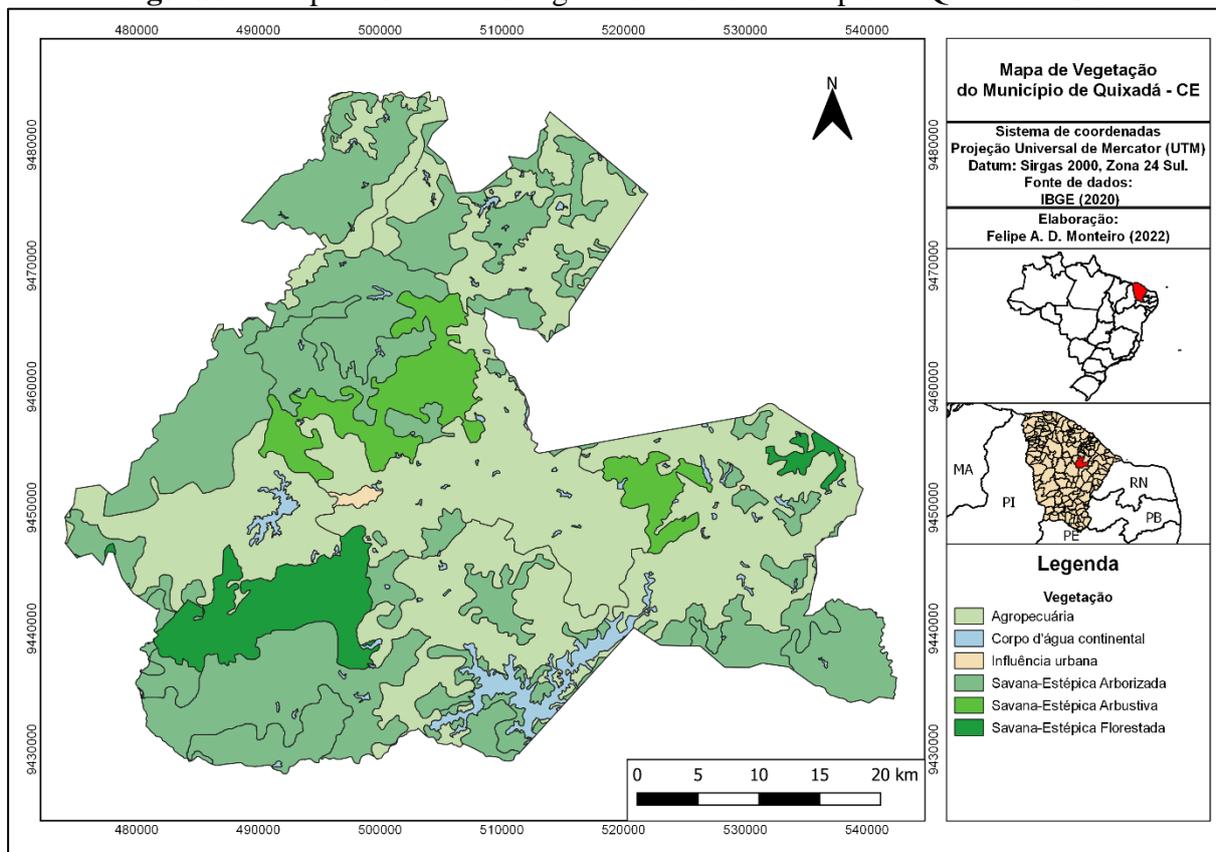
Aspectos da Vegetação

Nessa região, a vegetação é conhecida popularmente como "caatingas", sendo diretamente influenciada pelo clima semiárido e configurando-se como uma das características mais marcantes do sertão nordestino. De acordo com Ab'Saber (2003), a área de estudo está totalmente inserida no domínio morfoclimático das depressões intermontanas e interplanálticas semiáridas.

A partir dos dados sobre a vegetação do estado do Ceará, foi possível elaborar o Mapa de Unidades Vegetacionais do município de Quixadá (Figura 9), no qual são observados os seguintes tipos de vegetação, conforme a classificação do IBGE: savana-estépica arbustiva, savana-estépica arbórea e savana-estépica florestada. Além disso, há extensas áreas registrando alterações antrópicas na vegetação devido ao uso da terra em atividades agropecuárias.

De acordo com as características observadas nos mapas de hipsometria e unidades de relevo, as áreas com topografia mais elevada, como as serras e *inselbergs*, apresentam pouca ou nenhuma vegetação. No entanto, grande parte do território é composta por savana-estépica, dividida entre arborizada, arbustiva e florestada em relação à sua formação natural. A savana-estépica florestada possui menor incidência do que as outras duas. Além disso, há uma grande influência agropecuária, com pastagens, lavouras temporárias e lavouras perenes. Para essa vegetação antrópica, nota-se uma maior permanência de sua vivacidade devido à manutenção dos tipos vegetacionais e à irrigação. O clima semiárido influencia significativamente a qualidade da vegetação, tanto em sua formação natural quanto antrópica.

Figura 9 – Mapa das unidades vegetacionais do Município de Quixadá – CE



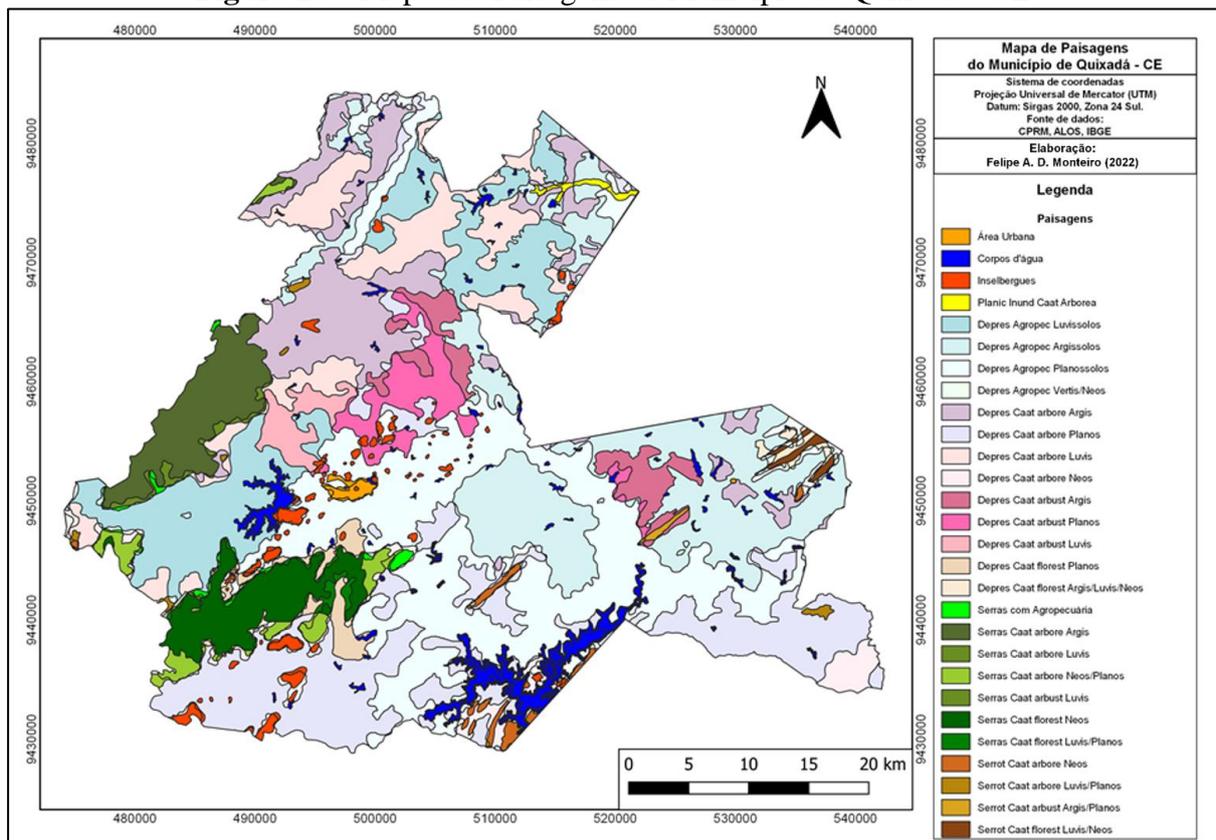
Fonte: Autor (2022).

Cartografia de Paisagens

Após a elaboração dos mapas com os elementos da geodiversidade, como os componentes naturais abióticos (geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrográficos), foram produzidos outros mapeamentos, como de vegetação, altimetria e declividade. Isso visou a construção de uma cartografia de paisagens com base em Cavalcanti (2018). Com as respectivas identificações, caracterizações e delimitações, foi possível estabelecer as seguintes compartimentações de paisagens no território (Figura 10): Planícies de Inundação com Caatinga arbórea; *Inselberg*; Depressão com Agropecuária (Luvissoles, Argissolos, Plintossolos, Vertissolos e Neossolos); Depressão com Caatinga arbórea (Argissolos, Luvissoles, Planossolos e Neossolos); Depressão com Caatinga arbustiva (Argissolos, Luvissoles e Planossolos); Depressão com Caatinga florestada (Luvissoles, Argissolos, Planossolos e Neossolos); Serras com Agropecuária; Serras com Caatinga arbórea (Argissolos, Luvissoles, Planossolos e Neossolos); Serras com Caatinga arbustiva (Planossolos, Luvissoles e Neossolos); Serrotes com Caatinga arbórea (Luvissoles, Planossolos e Neossolos); Serrotes com Caatinga arbustiva (Argissolos e Planossolos); Serrotes com Caatinga florestada (Neossolos e Luvissoles).

12

Figura 10 – Mapa das Paisagens do Município de Quixadá – CE



Fonte: Autor (2022).

Os principais tipos de paisagens delimitados são fundamentalmente compostos por diferentes formas de relevo, vegetação e características de tipos de solo. Os demais aspectos naturais que compõem a paisagem desempenham um papel importante na identificação e caracterização dessas unidades paisagísticas. Ao unir os vetores utilizando os principais componentes que caracterizam as unidades de paisagens identificadas, classificamos várias unidades de paisagens diferentes. Com base nos estudos de Souza (2007), elaborou-se o Quadro

1 com as unidades de paisagens do município de Quixadá e suas respectivas características, destacando-se as observações a seguir.

As planícies de inundação apresentam geologia do Cenozoico e sedimentos aluvionares, com solos profundos pouco drenados, predominando Argissolos, Luvisolos e Planossolos. Essa área é caracterizada pelo uso agroextrativista e alguns espaços naturais.

As superfícies aplainadas degradadas, que podem ser caracterizadas também como depressões, possuem litologias com predominância metamórfica neoproterozoica e paleoproterozoica, com solos predominantemente Planossolos e Neossolos litólicos, apresentando afloramentos rochosos. Quanto ao uso e ocupação dessa área, destaca-se a agropecuária (uso agroextrativo e pecuária extensiva), além de áreas de ocupação urbana.

Os *inselbergs* podem ser caracterizados como monólitos graníticos ígneos concentrados no Batólito Quixadá. Os solos são inexistentes ou muito raros, e há ocorrência de atividade agropecuária, construções e habitações em seu entorno. Também são utilizados para atividades no segmento turístico, destacando a presença de importantes geomorfossítios.

Os serrotes e as cristas, localizados na parte mais leste do município, possuem litologias metamórficas neoproterozoicas e paleoproterozoicas, com ocorrência de fraturas e Zona de Cisalhamento. Apresentam a presença de Argissolos, Luvisolos, Planossolos, Neossolos litólicos e afloramentos rochosos. Essas áreas têm uso agrícola com lavouras variadas e predominância de culturas de subsistência.

Pertinente às potencialidades e ao uso da área de estudo, verificou-se que nas planícies de inundação há potencial para atividades extrativistas, agricultura irrigada e turismo e lazer, com limitações ambientais que incluem possíveis desequilíbrios na fauna e flora local, alterações do solo e utilização inadequada dos recursos minerais.

Quanto às depressões, há potencial para exploração mineral de forma sustentável, extrativismo vegetal, áreas destinadas à recuperação ambiental e silvicultura, com limitações associadas à baixa pluviosidade local e escassez hídrica. Os *inselbergs* formam um conjunto de beleza cênica para potencializar a atividade turística local, com limitações de uso de suas encostas, como deslizamento de rochas e áreas que possuem proteção legal dentro das Unidades de Conservação.

As serras possuem um potencial de solos férteis para a atividade agropecuária, além da viabilidade para o turismo e instalação de meios de hospedagem. No entanto, enfrentam limitações devido à topografia do relevo e às restrições da legislação ambiental, que protege algumas áreas no perímetro serrano. Serras menores apresentam solos de média fertilidade, possibilitando a atividade pecuária, além de serem propícios para o ecoturismo e atividades extrativistas. Contudo, também enfrentam limitações em relação à topografia local e ao alto nível de erosão do solo.

Quadro 2 - Unidades de paisagens do município de Quixadá e suas características.

Elementos/ Paisagens	Geologia	Geomorfologia	Hidrografia	Solos	Clima	Vegetação	Uso e ocupação da terra
Planície de inundação	Depósitos cenozoicos de sedimentos aluvionares	Margens da calha fluvial em áreas planas	Curso do rio Pirangi, sujeito a inundações periódicas, integrante da Bacia hidrográfica metropolitana.	Predominância de solos aluviais profundos imperfeitamente drenados com argissolos, luvisolos e planossolos	Semiárido com temperaturas elevadas, significativas amplitudes térmicas diárias, com chuvas escassas e irregulares	Caatinga arbórea com matas ciliares de carnaubais	Uso predominante é de natureza agroextrativa
Superfície aplainadas degradadas (Depressões sertanejas)	Litologias com predominância metamórficas neoproterozoica e paleoproterozoica, ígneas neoproterozoica, ocorrência de fraturas e Zona de Cisalhamento	Superfície pediplanada nas depressões sertanejas, com níveis altimétricos entre 100-250 m, terreno aplainado que tem caimento topográfico suave na direção oriental e setentrional, com baixa amplitude altimétrica entre os interflúvios	Rede de rios intermitentes sazonais, densa de padrão sub-dendrítico, com influências de controle estrutural, existência de vários açudes, Bacias hidrográficas do Banabuiú e Metropolitana	Predominância de planossolos e neossolos litólicos com afloramentos rochosos, ocorrências de argissolos, luvisolos e vertissolos	Semiárido com temperaturas elevadas, significativas amplitudes térmicas diárias, com chuvas escassas e irregulares	Predominância de caatingas arbórea e arbustiva, ocorrências de caatingas florestadas, com significativas áreas antropizadas	Vastas áreas com agropecuária (uso agro extrativo e pecuária extensiva), além de área de ocupação urbana
<i>Inselbergs</i>	Blocos rochosos (monólitos) graníticos (ígneos), com ocorrência de fraturamentos, principalmente concentrados no Batólito Quixadá	Elevações abruptas (vertentes escarpadas) em meio a uma superfície aplainada, podendo estar isolados ou agrupados	Ocorrências de rios intermitentes e pequenas lagoas sazonais no entorno de <i>inselbergs</i>	Predominante superfície de afloramentos rochosos, solos inexistentes ou muito rasos	Semiárido com temperaturas elevadas, significativas amplitudes térmicas diárias, com chuvas escassas e irregulares	Ocorrência de vegetações rupícolas	Ocorrências de agropecuária e construções de habitações no entorno de alguns <i>inselbergs</i> , além do uso ecoturístico
Serrotes e Cristas	Litologias metamórficas neoproterozoica e paleoproterozoica, com ocorrência de fraturas e Zona de Cisalhamento	Relevos residuais de mediana elevação, dispersos dentro do território, dissecados em colinas rasas e em cristas,	Rede de rios intermitentes, padrão dendrítico, integrantes da Bacia hidrográfica do Banabuiú	Argissolos, luvisolos, planossolos, neossolos litólicos e afloramentos rochosos.	Semiárido com temperaturas elevadas, significativas amplitudes térmicas diárias, com chuvas escassas e irregulares	Caatingas arbóreas, florestadas e arbustivas	Uso agrícola com lavouras variadas e predominância de culturas de subsistência
Serras	Litologias metamórfica paleoproterozoica (conjunto serra do Estevão), ígnea neoproterozoica e metamórfica neoproterozoica (conjunto serra dos Macacos)	Conjunto de elevações serranas, com níveis altimétricos entorno de 600 m, em que se destaca as Serra do Estevão e Serra dos Macacos	Rede de rios intermitentes, densa de padrão dendrítico, integrantes das Bacias hidrográficas do Banabuiú e Metropolitana	Argissolos vermelho-amarelos que têm pequena espessura e fertilidade natural média à alta, luvisolos, planossolos e neossolos	Semiárido com temperaturas elevadas, significativas amplitudes térmicas diárias, com chuvas escassas e irregulares	Predominância de revestimento vegetal primário de caatingas florestadas (matas secas) ou de caatingas arbóreas	Uso agrícola com lavouras variadas e predominância de culturas de subsistência

Fonte: Autor (adaptado de SOUZA, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo a análise de componentes da geodiversidade e sua relação com a diversidade de paisagens em Quixadá, abrangendo o levantamento e mapeamento de elementos naturais abióticos e bióticos para a elaboração da cartografia de paisagens, seguindo a proposta de Cavalcanti (2018). Os trabalhos iniciais com os componentes da geodiversidade (geologia, geomorfologia, hidrografia e pedologia), além de outros aspectos (altimetria, declividade e vegetação), desempenharam papel crucial na execução da metodologia de cartografia de paisagens.

Ao término desta pesquisa, foi possível alcançar uma compreensão mais profunda da interação entre os diversos elementos abióticos e bióticos que compõem a rica diversidade paisagística de Quixadá. Desta forma, trazendo contribuições significativas para um adequado entendimento da complexidade da geodiversidade e biodiversidade presente no território do Projeto Geoparque Sertão Monumental, possibilitando um melhor planejamento ambiental desta área e proteção de geomorfossítios.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê editorial, 2003.
- ALMEIDA, F. D., HASUI, Y., BRITO NEVES, B. D., & FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras. **Simpósio de Geologia do Nordeste**, v. 8, n. 1977, p. 363-391, 1977.
- ALMEIDA, A. R. D. **Petrologia e aspectos tectônicos do Complexo Granítico Quixadá-Quixeramobim, CE**. 1995. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- BORBA, A. W., SILVA, E. L., SOUZA, L. P. M., SOUZA, L. F., & MARQUES, R. V. (2016). Relação entre a geodiversidade intrínseca e a estruturação de habitat na escala do geossítio: exemplos na Serra do Segredo e nas Pedras das Guaritas (Caçapava do Sul, RS, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, 43(2), 183–202. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.78215>
- BRILHA, J. Geoheritage: Inventories and evaluation. In: REYNARD, E.; BRILHA, J. **Geoheritage: assessment, protection, and management**. Amsterdam: Elsevier, 2018.
- BROCKX, M.; SEMENIUK, V. The ‘8Gs’ – a blueprint for Geoheritage, Geoconservation, Geo-education and Geotourism. **Australian Journal of Earth Sciences**, v. 66, n. 6, p. 803-821, 2019.
- CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. Oficina de Textos, 2018.
- FETTER, A. H., VAN SCHMUS, W. R., SANTOS, T. D., NOGUEIRA NETO, J. A., & ARTHAUD, M. H. U–Pb and Sm–Nd geochronological constraints on the crustal evolution and basement architecture of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the existence of the Paleoproterozoic supercontinent “Atlantica”. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 1, p. 102-106, 2000.

FREITAS, L. C. B.; MONTEIRO, F. A. D.; FERREIRA, R. V.; MAIA, R. P. **Projeto geoparques: Geoparque Sertão Monumental - CE Proposta**. Fortaleza: CPRM, 2019. Disponível em: < <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21623>>. Acesso em: 26 mar. 2020

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R. Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica sob a perspectiva do pensamento da complexidade. **Revista Interface** (Porto Nacional), v. 11, n. 11, 2016.

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R.; HASEGAWA, J. K. Compartimentos do relevo e suas contribuições na análise das dinâmicas das paisagens de parte dos municípios de Marabá Paulista-SP e Presidente Epitácio- SP. **Boletim de Geografia**, v. 35, n. 1, p. 28-42, 2017.

GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature**. London: John Wiley & Sons, 2004.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidade e Estados. Quixadá. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/quixada.html> Acesso em: Jan, 2022.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados e Informações Ambientais. 2022. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Acessado em janeiro de 2022.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Seção Geociências/Downloads <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>

INMET Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos e Pluviométricos**. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/> Acesso em 24 jan. 2022.

IPECE Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **IPECEDATA - Sistema de Informações Geossocioeconômicas do Ceará**. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Fortaleza: IPECE, 2021. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml> Acesso em: Jan. 2022.

MAIA, R. P., BEZERRA, F. H. R., NASCIMENTO, M. A. L., de CASTRO, H. S., de ANDRADE MEIRELES, A. J., & ROTHIS, L. M. Geomorfologia do campo de Inselbergs de Quixadá, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 2, 2015.

MONTEIRO, F. A. D.; MAIA, R. P.; SOUZA, A. S. V. D.; GOMES, E. L. M. MANSUR, K. L. Geoparque Sertão Monumental – território dos *inselbergs*. **Caderno de geografia** (Belo Horizonte, Brazil), v. 33, n. 75, p. 1181, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2023v33n75p1181>

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e Interpretação Ambiental**. Ponta Grossa: Editora da UEPG, 2011.

NUNES, J. O. R. Atlas ambiental escolar de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. In: **XVI Colóquio Ibérico Geografia/XVI Coloquio Iberico Geografia**. 2018. <http://www.xvicigeo2018.ulisboa.pt/index.php/GeoIberico2018/CIG2018/paper/view/69>

OLÍMPIO, J.L.S.; MONTEIRO, F.A.D.; FREITAS, L.C.B.; ALMEIDA, L.T.; ALCANTARA, A.P.; LOUREIRO, C.V.; NASCIMENTO, M.L.; MAIA, R.P. (2021). O que sabemos sobre os

inselberg de Quixadá e Quixeramobim, Nordeste do Brasil? **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, vol 2, p. 19-42, 2021.

PERUSI, M. C.; ABRANTES, A. S. M.; BARROS, C. E. Solos. **Atlas ambiental escolar de Presidente Prudente, São Paulo - Brasil**. Disponível em: <http://portaldoprofessor.fct.unesp.br:9000/topico/meio-fisicobiotico/> Acesso em: Jan. 2022.

ROCHA, L. C.; FERREIRA, A. C.; FIGUEIREDO, M. A. A Rede Global de Geoparques e os desafios da integração dos Geoparques Brasileiros. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 2, p. 271-292, 2017.

RODRIGUES, J. *et al.* Geoproducts–Innovative development strategies in UNESCO Geoparks: Concept, implementation methodology, and case studies from Naturtejo Global Geopark, Portugal. **International Journal of Geoheritage and Parks**, v. 9, n. 1, p. 108-128, 2021.

SGB/CPRM, **Serviço Geológico do Brasil**. GeoSGB - Sistema de geociências do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. <https://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>

SOUZA, M. J.N. Compartimentação geoambiental no Ceará. In: BORZACCHIELLO, José; CAVALCANTE, Tércia; DANTAS, Eustógio. **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

TRICART, J. **Principes et Méthodes de la Geomorphologie**. Paris: Masson & Cie, 1965.

UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Proclamation of International Geodiversity Day**. 41st session of the General Conference. UNESCO: Paris, 2021.