

GEOMORFOLOGIA NA ANÁLISE INTEGRADA DA NATUREZA NO MUNICÍPIO DE SOBRAL, CEARÁ, BRASIL

GEOMORPHOLOGY IN INTEGRATED NATRUE ANALYSIS IN THE MUNICIPALITY OF SOBRAL, CEARÁ, BRAZIL

GEOMORFOLOGÍA EN EL ANÁLISIS INTEGRADO DE LA NATURALEZA EN EL MUNICIPIO DE SOBRAL, CEARÁ, BRASIL

JOSÉ FALCÃO SOBRINHO¹
BRUNA LIMA CARVALHO²

¹Prof. do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UVA e do PRODEMA/UFC.
Email: falcao.sobral@gmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6335-6088>

²Mestre em Geografia pelo PROPGEU/UVA
Pesquisadora da Rede de Pesquisa e Extensão do Semiárido/CNPq
Email: brunanelore@gmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3971-6885>

RESUMO

Atualmente, as questões voltadas à geomorfologia estão ligadas ao meio ambiente e têm estado nas pautas de grandes eventos, sejam em planejamento ou em desastres naturais. É nesse contexto que se insere a geomorfologia, pesquisando o relevo e os demais elementos que o compõem, seja no aspecto estrutural, como também escultural. Os estudos estão fortalecidos com o amparo da cartografia geomorfológica e, desta, com a dimensão da paisagem em sua amplitude. Neste contexto insere-se a presente pesquisa, situa-se no município de Sobral, no estado do Ceará e em meio a superfície sertaneja.

Palavra-chaves: Relevo de Sobral; Cartografia Geomorfológica; Planejamento Territorial

ABSTRACT

Currently, issues related to geomorphology are linked to the environment and have been on the agenda of major events, whether in planning or natural disasters. It is in this context that geomorphology is inserted, researching the relief and the other elements that make it up, whether in the structural or sculptural aspect. The studies are strengthened with the support of geomorphological cartography and, from this, with the dimension of the landscape in its breadth. This research is inserted in this context, located in the municipality of Sobral, in the state of Ceará and in the middle of the countryside.

Keywords: Relief of Sobral; Geomorphological Cartography; Territorial Planning

RESUMEN

Actualmente, los temas relacionados con la geomorfología están vinculados al medio ambiente y han estado en la agenda de grandes eventos, ya sea en planificación o desastres naturales. Es en este contexto que se inserta la geomorfología, investigando el relieve y los demás elementos que lo componen, ya sea en el aspecto estructural o escultórico. Los estudios se fortalecen con el apoyo de la cartografía geomorfológica y, a partir de ésta, con la dimensión del paisaje en su amplitud. Esta investigación se inserta en este contexto, ubicado en el municipio de Sobral, en el estado de Ceará y en medio del campo.

Palabras clave: Relieve de Sobral; Cartografía Geomorfológica; Planificación Territorial

INTRODUÇÃO

Atualmente, as questões voltadas a geomorfologia estão ligadas ao meio ambiente e têm estado nas pautas de grandes eventos sejam em planejamento ou em desastres naturais. Diante disso, a geomorfologia e seus diversos ramos vem tendo forte aplicabilidade na gestão territorial (Ross *et al* 2023, in Falcão Sobrinho *et al* 2023), sendo a cartografia geomorfológica uma importante ferramenta para os estudos do meio físico, com especial atenção ao relevo, sendo este o palco das atividades humanas (Falcão Sobrinho, 2007). Diferentemente de outros elementos físicos, que necessitam de certas condições para ocorrerem, o relevo está presente em todos os lugares, independente das condições.

No percorrer do estudo do relevo o mapeamento geomorfológico, subsidia pesquisas interdisciplinares, abordando não apenas o relevo de forma isolada, mas interligando com o

quadro físico-natural nas múltiplas abordagens. O relevo como eixo norteador desta pesquisa justifica-se que seja através do esboço geomorfológico que melhor se demonstra as características singulares dos elementos que compõem a paisagem. Além disso, Falcão Sobrinho e Carvalho (2023), destacam que o entendimento de uma cartografia sistêmica se apresenta como um aporte capaz de estabelecer uma âncora entre comunicação e informação, despertando a linguagem cartográfica e contribuindo para a descoberta e a reflexão.

Sublinha-se ainda, que as referidas informações que compõe o presente relato de pesquisa são caracterizadas de um forte conteúdo teórico-metodológico holístico, considerado essencial no âmbito geográfico. A linguagem cartográfica atrelada ao respaldo sistêmico, cumpre dizer que enquanto meio de comunicação através das suas linguagens e símbolos torna a pesquisa mais concreta (Falcão Sobrinho; Carvalho, 2023). Desta forma, viabilizando a solução de questões territoriais, como: uso apropriado dos recursos naturais e a proteção ambiental. Isso dá margem para que a utilização de recursos naturais, como solo, recurso hídrico, vegetação, relevo, tenha que ser feita obrigatoriamente considerando a interdependência desses componentes.

Neste contexto, elegemos o município de Sobral, localizado no estado do Ceará, o nosso objeto de estudo, cujo objetivo será identificar as diversas formas de relevo que abrange o referido município. Utilizaremos do mapeamento como recurso técnico e de grande visualização para retratar a realidade da paisagem atual. Oportuno ressaltar que a cartografia geomorfológica é um importante instrumento de registro dos fatos geomorfológicos, representa a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, envolvendo os diversos elementos que constituem a paisagem geomorfológica.

De início, podemos afirmar que o município de Sobral, recorte espacial da pesquisa aqui proposta, conforme Falcão Sobrinho (2014) abrange formas de relevos que são resultantes dos processos desnudacionais e agradacionais perfazendo desde de cristas e inselbergs cristalinos às paisagens fluviais.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Sobral (mapa 1), está localizado na porção noroeste do estado do Ceará, entre as coordenadas 3° 41' 10" de latitude sul e 40° 20' 59" de longitude oeste, com uma área de aproximadamente 2.122,9 Km². Seus limites municipais ao norte com Miraíma, Santana do Acaraú, Massapé, Meruoca e Alcântaras, ao sul, Cariré, Groaíras, Forquilha e Santa Quitéria, a leste, Irauçuba e Miraíma, a oeste, Coreau e Mocambo. Quanto a regionalização, o município está inserido Região de planejamento do Sertão de Sobral, na Mesorregião Noroeste cearense e Microrregião de Sobral de acordo com a divisão do (IPECE; IBGE, 2017).

A área de estudo está inserida no semiárido nordestino, precisamente inserida na bacia hidrográfica do rio Acaraú (Falcão Sobrinho, 2020), sendo uma região que possui uma enorme diversidade de quadros naturais.

ser representados em mapas de escalas maiores, ou seja, com maiores detalhes, contemplando as rugosidades topográficas (modelado), as formas de vertentes, e as formas decorrentes de processos atuais (Ross, 1992).

A metodologia de Ross (1992) foi proposta para ambientes úmidos, para aplicação na área de estudo, teve adaptação da classificação da CPRM, (2011, 2020), em função da área de estudo está submetida a clima semiárido.

A etapa cartográfica: Para realização do mapeamento todas as informações adquiridas ao longo da pesquisa foram analisadas na escala proposta com o intuito de tornar as informações do banco de dados alfanuméricos o mais próximo possível à realidade do relevo. Foram utilizados arquivos vetoriais do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), Companhia de gestão e Recursos Hídricos (COGERH). Os rasters utilizados foram do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) obtidos no site do INPE e algumas análises feitas através do Google Earth.

Após a construção da base de dados foi utilizado o software Qgis e o Datum SIRGAS 2000, zona 24 sul do sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM).

Os trabalhos de campo tiveram como objetivo a observação e registro dos aspectos do meio físico, utilizando o relevo como ponto de partida. Os trabalhos de campo e reconhecimento *in loco*, almejam a identificação e caracterização das formas de relevo em escala de detalhe e dos aspectos físicos-naturais da área de estudo.

Ao longo dos diversos pontos, realizou-se registro fotográfico, anotações da descrição da paisagem do município de Sobral. Para tanto, foram utilizados celular com dispositivo fotográfico digital; caderneta de papel, lápis e caneta e GPS. Os campos ocorrem no período de estiagem, mês de outubro de 2023, e na estação chuvosa no mês de março de 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aspectos Geológicos

Sob o aspecto estrutural, a área de estudo situa-se em terrenos do embasamento cristalino, refletindo as superfícies de erosão desenvolvidas em rochas cristalinas. Apresenta uma diversidade litoestratigráfica (mapa 2).

Ao passo que as rochas surgem à superfície através dos processos endógenos, a mesma vai sendo esculpida para dá a forma ao relevo. Nesse de esculturação, os fragmentos da mesma, junto a substâncias orgânicas forma solos, que serve de manto para as rochas. Este trabalho dá-se continuamente, em milhares e milhares de anos, (Falcão Sobrinho, 2006).

A área de estudo está inserida na “Província Borborema”, na região Nordeste do Brasil do ponto estrutural, limita-se a Oeste com a Província Parnaíba e ao sul com Cráton do São Francisco. Do ponto de vista tectônico, grande parte da região abrangida pelo estado do Ceará está inserida na porção setentrional da Província Borborema (Almeida et al., 1977).

As condições geológicas locais, em conjunto com as variáveis climáticas locais apresentam-se relevantes para o entendimento do relevo e sua influência em outros elementos da paisagem, como o próprio solo e por consequência a vegetação.

Unidade Tamboril: Esta unidade apresenta-se em maior abrangência na área de estudo. Dispondo-se pelos distritos de Aracatiçu, Caracará e Taparuaba. Nessa área, há forte predomínio de relevos graníticos, como maciços, cristas graníticas e inselbergs. Esta unidade apresenta-se em maior abrangência na área de estudo. De acordo com a CPRM (2020), apresenta Domínio granítico-migmatítico, com predomínio de fases anatéticas formadas por diatexitos e granitoides, além de metatexitos representados por migmatitos estromáticos.

Unidade Paragnaisse Migmatítico (PPcnp): Sua área de dispersão corresponde a faixas no sentido norte sul do município de Sobral, limitando-se com maior expressividade com

Forquilha. O relevo é via de regra caracterizado como suave-ondulado. Forte predomínio da caatinga arbustiva aberta.

Suíte Intrusiva Meruoca (e1ym): Está associada ao Granito Meruoca. - Representa na área a parte leste de um batólito, com destaque no relevo com altitudes máximas de 950m. É intrusivo em rochas do Complexo Granja e nos grupos Martinópole e Ubajara no flanco norte, e limita-se com a Bacia do Jaibaras, a leste, por meio da Falha Café-Ípueiras. Os principais litotipos são: ortoclásio (pertita) granitos; pertita-quartzo sienitos; microgranitos; aplitos; granófiros e raros pegmatito, (CPRM, 2014).

Na área está associado ao Granito Serra do Barriga - Stock granítico na área de estudo, situado entre os distritos de Carioca e Patos. Com destaque no relevo (altitude máxima de aproximadamente 740m) com perfeita configuração circular (visão em planta). Destacam-se contatos intrusivos bruscos com os gnaisses do complexo Ceará, e constitui-se predominantemente por biotita monzogranitos e sienogranitos, com raros diques aplíticos. (CPRM, 2014).

O Granito do Pajé fica situado no limite municipal com Santa Quitéria, é um Batólito granítico intrusivo, com destaque de relevo em sua porção central (altitude máxima de 785m). Na Folha Sobral aflora apenas a porção norte do corpo em que faz contato intrusivo com gnaisses, com frequentes xenólitos, mas também é afetado pela Zona de Cisalhamento Groaíras no centro-sul da folha. É constituído predominantemente por hornblenda-biotita monzogranitos e sienogranitos com raros granodioritos. Na zona de borda encontram-se tipos micrograníticos porfíricos, bem como zonas contendo muitos xenólitos. Localizadamente são destacadas feições de mistura de magmas com tipos dioríticos. (CPRM, 2014).

O Granito Tuína fica situado na porção leste da área, com uma pequena expressão espacial. Pequeno stock granítico subcircular alojado em gnaisses miloníticos do Complexo Ceará constituído predominantemente por alcalifeldspato granito de cor marrom avermelhada. Parte do corpo encontra-se recortado por falhas normais, e está intensamente cisalhado

Formação Pacujá (ejpc): é a que detém maior significado espacial dentre as diversas unidades litoestratigráfica que compõem o Grupo Jaibaras. Expõem-se em uma faixa paralela ao rio Jaibaras e faixas do distrito de Aprazível. Fazendo contato com a Suíte Intrusiva Meruoca e a Unidade Paragnaisse Migmatítico. Há predomínio de litólicos recobertos por vegetação de porte herbáceo com alguns esparsos. Em pequenos trechos, particularmente à montante dos pedimentos que partem do Maciço da Meruoca, esta alteração assume maior significado e ultrapassa a 1,00 m de espessura nas áreas de solos podzolizados. A vegetação tende, então, a possuir um porte maior. (Falcão Sobrinho, 2006).

Formação Aprazível (eOja): Sequência de arenitos intercalados com pelitos e rochas vulcânicas. Os arenitos formam bancos centimétricos contínuos, do tipo arcossiano, em geral micáceos, de coloração marrom-arroxeadada, granulometria fina a muito fina, até silte. Sua área de dispersão é feita em manchas pequenas ao longo do rio Jaibaras. A sudoeste de Sobral, a norte de Cariré, sul de Massapê e próximo a Serra do Rosário, observam-se os setores em que a Formação Aprazível tem maior expressão. O relevo é, via de regra, aplainado e o manto de alteração não tem espessura que ultrapasse a 20cm. Um tapete herbáceo extensivo com pequenos arbustos esparsos. (Falcão Sobrinho, 2006).

Formação Coreaú (NP2uco): Possui pouca expressão na área de estudo, situando-se a oeste do município de Sobral, limitando-se com a Suíte Intrusiva Meruoca. Possui metarenitos arcoseanos com intercalações de metapelitos, metagrauvas e metaconglomerados (CPRM, 2020).

Formação Frecheirinhas (NP2uf): A Formação Frecheirinha foi originalmente descrita por Kegel et al (1958), sob a designação de Formação Bambui e interpretada, em princípio, como estratificamente sobreposta à Formação Jaibaras. A Área típica de localização na divisa com Coreaú na porção oeste de Sobral. Faz contato com a Suíte Intrusiva Meruoca. A rocha

predominante é um calcário de cor escura ou cinzento azulada com pequenas intercalações de silticos e quartzitos. O relevo é aplainado ou dissecado, de forma incipiente, pela drenagem, em largos interflúvios de topos tabulares. Especialmente próximo à escarpa do Maciço da Meruoca. No pé da serra, os solos são recobertos por mata de pé-de-serra com vegetação de mata seca.

Formação Massapê (ejmp): Conglomerado polimítico brechoide, com grãos constituintes do arcabouço com dimensões que variam de seixos até matacões e com graus de arredondamento variando de anguloso a subanguloso, (CPRM, 2014). A área de ocorrência circunscreve pequenas machas de Sobral, nas proximidades do rio Jaibaras. Destaca-se Solos Litólicos (Neossolos litólicos) e afloramentos rochosos pouco alterados são observados numa morfologia conservada onde uma dissecção incipiente da superfície só chega a se destacar nos locais mais intensamente diaclassados. (CPRM/DNPM, 1973).

Formação Trapiá (NP2ut): Definida originalmente por Kegel et al (1958), como membro Trapiá, tende a circundar as feições norte oriental e ocidental do “stack” granítico de Mucambo, forma de relevo muito expressiva situada nas imediações dos limites do distrito de Rafael Arruda.

Formação Caiçara (NP2uc): A Formação Caiçara compõe-se, basicamente, de ardósias vermelhas com intercalações de bancos de arenitos. O relevo apresenta-se aplainado, destacando-se alguns residuais de quartzito. Solos Litólicos (Neossolos litólicos) e caatinga arbustiva recobrem estas litologias.

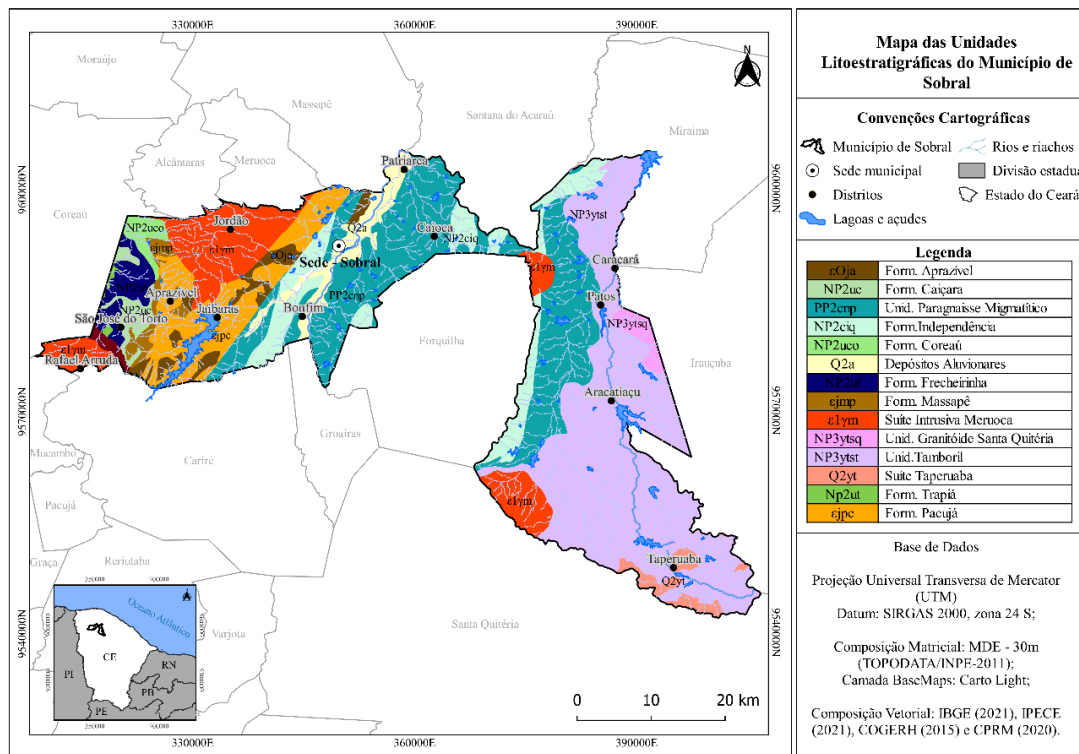
Formação Independência (NP2ciq): Predomínio de xistos aluminosos e paragnaises, por vezes milonitizados e migmatíticos (granada-biotita gnaisse, biotita-muscovita gnaisse, paragnaisse com silimanita e cianita). (CPRM, 2020). Esta formação ocorre paralelamente a Paragnaisse Migmatítico. Predomina nessa formação, os Luvisolos e vegetação de caatinga arbustiva aberta e relevo aplainado.

Depósitos Aluvionares (Q2a): Sedimentos inconsolidados constituídos por seixos, areias finas a grossas, com níveis de cascalhos e argilas, (CPRM, 2020). Os aluviões formam largas planícies fluviais, estão dispostos na área de estudo, ao longo do rio Acaraú. O revestimento vegetal é constituído em grande parte pela mata ciliar de carnaúbas ao lado de outros tipos vegetacionais.

Unidade Granitoide Santa Quitéria (NP3ytsq): Representa na área a parte oeste de um corpo granítico com forma alongada na direção E-W, encaixado em gnaises do Complexo Tamboril-Santa Quitéria. É constituído por metagranitos de composição sienogranítica e alcalígranítica com texturas augen-porfiróides, milonitizados, com veios graníticos e pegmatíticos, contendo enclaves máficos, (CPRM, 2014). Na área de estudo especializa-se na porção E, na divisa com o município de Irauçuba. Configura-se em uma área de relevos elevados e dissecados, com predomínio de Neossolos Litólicos e vegetação de Caatinga arbórea.

Suíte Taparuaba (O2yt): Granitos, quartzo monzodioritos e granodioritos de granulação grossa, cor rosa, com texturas porfirítica e isotrópicos e de cor branca. Especializa-se nas áreas de Sobral onde fica o maior aglomerado de relevos elevados, maciços e inselbergs em destaque. Em termos de destaque, representa pequenas manchas no distrito de Taparuaba.

Mapa 2: Unidades Litoestratigráficas do Município de Sobral, CE.



Fonte: COGERH (2015), CPRM (2020), IBGE (2021), IPECE (2021).

Aspectos Geomorfológicos

A contextualização geológico-geomorfológico da área é elementar para a compreensão dos diversos fatores físicos-naturais que compõem a dinâmica geoambiental do município de Sobral.

As condições do relevo dentro do quadro paisagístico e como está estruturado, associado à geologia e os demais elementos, que serão expostos mais à frente, como os recursos hídricos, aspectos vegetacionais, mosaicos de solos e clima, configuram uma análise integrada da área de estudo.

A geomorfologia da área está estruturada em níveis taxonômicos, da estrutura macro até os tipos de formas mais detalhadas (Mapa 2). Compreende o primeiro nível taxonômico a morfoestrutura sendo constituída pela Estrutura Cristalina (rochas magmáticas e metamórficas), a sua morfoescultura é caracterizada pela Superfície Sertaneja e pelo Maciço Cristalino da Meruoca, à qual é resultado da ação dos processos exógenos ao longo do tempo.

O primeiro e segundo táxons correspondem as macro influências estruturais e esculturais na gênese do relevo brasileiro, seguindo o que estabelece os autores russos, ou seja, as morfoestruturas e as morfoesculturas, (ROSS, 2023).

O primeiro táxon da área de estudo corresponde aos Dobramentos Proterozóicos, segundo a definição de Ross (2023), os cinturões orogenéticos ou também denominados de faixas de dobramentos, que correspondem às extensas faixas de estruturas dobradas no território brasileiro, são muito antigos, correspondendo as diversas fases ao longo do Pré-Cambriano Superior (Proterozoico).

Superfície Sertaneja

Quando se fala em paisagem semiárida logo vem à mente uma ampla superfície suavemente ondulada, habitualmente chamada de sertão. A superfície sertaneja é a expressão espacial de maior significância visual, ocupa cerca de 2/3 do território cearense. A primazia deste ambiente traz consigo um quadro heterogêneo no que se concerne aos elementos os que compõem o cenário da paisagem, (Falcão Sobrinho, 2020).

De acordo com a classificação do relevo, o 2º táxon da área de estudo corresponde a Superfície Sertaneja. Importante ressaltar que na Geografia Física do estado do Ceará, destaca-se um amplo predomínio espacial das superfícies aplainadas da superfície sertaneja, posicionada em cotas modestas, resultante de uma prolongada atuação dos processos erosivos e denudacionais que promoveu o arrasamento do relevo sustentado pelo embasamento ígneo-metamórfico pré-cambriano (Ab'Saber, 1969; FUNCEME, 2009).

Esta compartimentação geomorfológica possui um material geológico do tipo cristalino. As rochas cristalinas apresentam-se frágeis e menos resistentes aos processos erosivos em relação as rochas sedimentares. São Superfícies embutidas entre níveis de planaltos sedimentares ou cristalinos, com altitudes abaixo de 400m, apresenta acentuada diversidade litológica, amplamente submetida às condições de semiaridez, com irregularidades pluviométricas no tempo e no espaço (Souza, 2006).

Em termos gerais a superfície sertaneja se estende para o interior do estado do Ceará até o sopé da Chapada do Araripe ao sul; a oeste se estende até a borda da bacia Sedimentar do Parnaíba; a leste, pela chapada do Apodi e pelo maciço residual de Pereiro, apresentando suave inclinação em direção à zona litorânea. Na área de estudo, a superfície sertaneja serve de pedestal para grandes relevos do Ceará, tal como o Maciço Cristalino da Meruoca conforme mostra a figura 1.

Destaca-se uma notável variação morfopedológica no interior das superfícies aplainadas: em geral, os terrenos mais planos (ver figura), apresentam solos medianamente desenvolvidos e com textura mais fina, tais como Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos e Luvisolos Crômicos recobertos por caatinga arbórea.

Figura 1: Vista parcial da serra da Meruoca, observada na rodovia BR 222, Posto Gatão, sentido Forquilha. Superfície sertaneja rebaixada contrastando com o relevo elevado na Meruoca. No período chuvoso.



Fonte: os autores (2024, abril).

A compartimentação geomorfológica da superfície sertaneja apresenta características naturais dominantes descritas por Souza (1992) e Falcão Sobrinho (2007), tais como:

- Vastos pedimentos de topografias rampeadas em direção aos fundos de vales abertos e setores de relevos dissecados em colinas rasas;
- Drenagem superficial muito ramificada e de regime intermitente sazonal;
- Fraco a muito fraco potencial de águas subterrâneas, que ocorrem sistemas de fraturas, chuvas concentradas em um curto período do ano, com longa estação seca;
- Solos rasos e pedregosos, recobertos em sua maioria pela Caatinga Arbustiva Aberta, a distribuição dessa vegetação neste ambiente é em resposta adaptativa ao ambiente semiárido, a exemplo das condições naturais hidroclimáticas.
- Problemas de sanilização dos solos nas baixadas sertanejas, ablação dos horizontes superficiais do solo em função da incidência direta das chuvas torrenciais sobre a superfície e de pequena capacidade protetora exercida pelas caatingas caducifolias.

A superfície sertaneja de Sobral, na maior parte do ano fica submetida às deficiências hídricas, fato este que é associado ao entalhe dos vales, que não ultrapassam a 3 m, já que as águas percorrem a superfície apenas no período chuvoso, (ver figura 2).

Figura 2: Água acumulada na superfície sertaneja



Fonte: os autores (2024, abril).

Do ponto de vista do modelado, as unidades morfológicas apresentadas são as *Cristas Residuais e Inselbergues*. As características dominantes dessas unidades correspondem a setores de maior resistência litológica face ao aplainamento progressivo do relevo regional no contexto da superfície sertaneja. A drenagem possui padrão dendrítico com regime intermitente sazonal encaixada sobre o embasamento cristalino em áreas de elevado declive. Condições climáticas que tendem de subúmidas a semiáridas. Prevaecem os Neossolos Litólicos revestidos pela caatinga arbustiva-arbórea.

Referente aos padrões de formas semelhantes, destaca-se na área, o padrão de dissecação em estruturas cristalinas, são caracterizados pelos processos desnudacionais e esculturais do relevo sob clima semiárido ao longo do Cenozoico.

As pequenas elevações inseridas na superfície sertaneja, localizadas de forma pontual ao longo da área de estudo, são frutos de um trabalho de erosão, a exemplo das cristas quartzíticas que se expõem no cenário da paisagem, (figura 3).

Nesses terrenos mais dissecados, assim como nos fundos de vales, apresentam solos pouco desenvolvidos e pedregosos, tais como Neossolos Litólicos, recobertos por caatinga arbustiva aberta. Essas elevações perfazem imaginar áreas de serras arqueadas, que foram degradadas por forte força erosiva e hoje, constituem-se em ambientes impermeáveis, mal

conservados, de aspecto caótico, com intrusão de rochas ígneas, atestando a orientação das velhas montanhas, em uma relíquia de cadeias de serras.

Figura 3: Superfície sertaneja pontilhada por cristas graníticas.



Fonte: os autores (2024, abril).

No cenário geomorfológico da superfície sertaneja, os afloramentos de rochas que se destacam na paisagem, predominam solos rasos e pedregosos e alta erodibilidade natural. Observa-se na figura 4, superfícies rochosas, típicas de áreas pediplanadas, denominadas de lajedos ou lajedões. Observa-se, ao longo do afloramento os processos de desagregação da rocha.

Todavia, estas superfícies aplainadas encontram-se pontilhadas de montes rochosos isolados (*Inselbergs*), é um termo derivado do alemão que significa, literalmente, colina da ilha (island hill), sendo originalmente idealizado por Wilhelm Bornhardt no final do século XIX, usado para descrever relevos isolados ou agrupados que se destacam em grandes superfícies de aplainamento. Essas formas de relevos fornecem informações relevantes sobre a evolução geomorfológica dos terrenos em que ocorrem. Além disso, o termo *inselberg* é aplicado quando se verifica que um relevo montanhoso foi produzido a partir do aplainamento de suas adjacências, (Migoñ, 2004).

Desde a década 1960, esses relevos, no nordeste do Brasil, vêm sendo interpretados à luz das postulações de King (1953), como feições residuais produzidas pela associação de episódios epirogênicos a longos ciclos de recuo de vertentes e pediplanação (AB'SÁBER; BIGARELLA, 1961).

Figura 4: Afloramento de Rochas (lajedões), Tapuruaba.



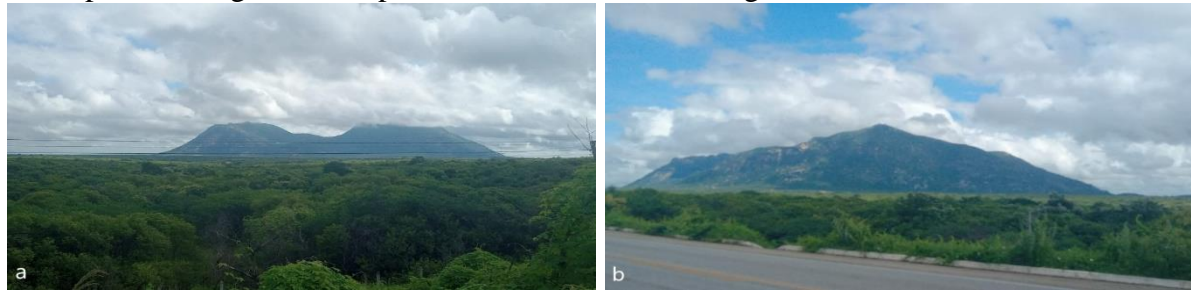
Fonte: os autores (2024, abril).

Configuram-se em relevos residuais elaborados em rochas mais resistentes ao intemperismo e erosão e que resistiram aos processos de aplainamento generalizado, gerando solos rasos e pouco profundos e pedregosos, porém de boa fertilidade natural devido à grande influência do material originário (Jacomine, 1973), que caracterizam grande parte do cenário geomorfológico do estado do Ceará

Outra feição residual associada às rochas granitoides, de acordo com a literatura alemã, são os *inselbergs*. Essas feições, assim como os *inselbergs*, caracterizam-se como sobressaltos topográficos, dispondo-se na maioria dos casos como formas alongadas, isoladas ou agrupadas, que apresentam amplitude intermediárias, menores do que os maciços e maiores que os *inselbergs*, sendo recortados por cristas e vales (Dresch, 1962).

No Nordeste brasileiro a dimensão dos *inselbergs* é inferior a 50km² de área, como é o caso do exemplo da Serra do Barriga, situada nos limites de Sobral e Forquilha.

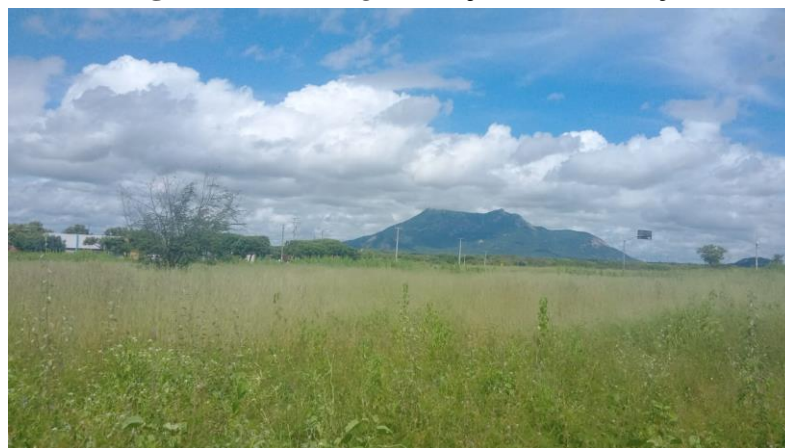
Figura 5: a- *Inselgebirge*, relevo granítico Serra do Barriga, cuja dimensão proporcionou o desenvolvimento de forma peculiar de um expressivo vale em sua área central. b- vista a partir de ângulo mais aproximado da Serra do Barriga. BR 222. Período chuvoso.



Fonte: os autores (2024, abril).

Ao percorrer o município de Sobral é bem comum observar em meio a paisagem semiárida essas formas graníticas que ao longe são notadas, (ver figura 6). Caracterizam-se pelo afloramento rochoso, expondo os solos rasos, pouca presença de vegetação.

Figura 6: *Inselbergs* do Pajé em Aracatiáçu.



Fonte: os autores (2024, abril).

O *Inselberg* (Figura 8), Pedra da Andorinha, está inserido na Unidade de Conservação Pedra da Andorinha (UCPA). Possui cerca de 5,7 km², e fica localizada no município de Sobral, especificamente no distrito de Taperuaba, que está a 70 km da sede municipal.

A região de Taparuaba é definida em três classes de macro formas geomorfológicas principais, discriminados em: Maciços Residuais; Planícies Fluviais e (iii) Superfície Sertaneja, caracterizando os modelados dos terrenos no entorno de Taparuaba.

A UCPA foi criada pelo Governo Municipal de Sobral, através do Decreto nº 1.252 de 10 de agosto de 2010, e fica sob a gerencia da Autarquia Municipal de Meio Ambiente (AMMA). Caracteriza-se como uma Unidade de Proteção Integral (Figura 7), designada de Refúgio de Vida Silvestre (REVIS), pois a finalidade é preservar a natureza. O uso dos recursos naturais existentes na UCPA, dar-se de forma indireta, ou seja, o relevo, principalmente é apropriado como um recurso imaterial de uso indireto, sendo considerado um patrimônio geomorfológico.

Figura 7: Placa indicando o início da Área de Proteção Ambiental Pedra da Andorinha.

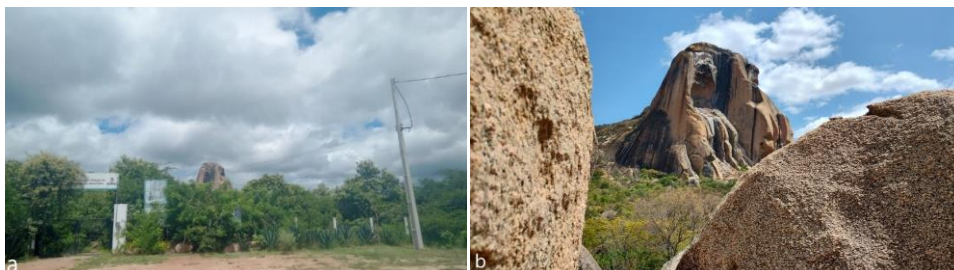


Fonte: os autores (2024, abril).

O *Inselberg* Pedra da Andorinha (PA) está inserido no maciço Correntes, integrando as vertentes setentrionais. O nome “Pedra da Andorinha”, foi atrelado a essa forma de relevo em virtude do grande número de espécies migratórias de aves, que aproveitam as cavidades como abrigos, chamados de *tafonis*, (são conjuntos de cavidades nas escarpas rochosas de forma circular e pequena profundidade), em suas escarpas frontais (Figura 8). Cerca de 14 tipos de andorinhas costumam se refugiar nessa feição no verão, migrando para o sul no inverno, rumo à Patagônia (DIÁRIO DO NORDESTE, 2017). Segundo dados da Folha Taparuaba SB-24-V-B-II, a idade dessas litologias é neoproterozóica, do período edicarano (630-600 M.a.).

A PA corresponde a um bornhardt alongado em forma de torre, desnudo, que possui uma altura de aproximadamente 200 m, com seu eixo inferior elevado a cerca de 150 m acima do nível de base local. O topo exibe a maior altitude a 520 m de elevação. As escarpas laterais são íngremes, com declividades em torno de 80°, coincidindo com as direções fraturamento preferenciais, (Rodrigues, 2018).

Figura 8: a- Vista da Pedra da Andorinha de um ângulo mais distante. b- Escarpa frontal da Pedra da Andorinha, de um ângulo aproximado.



Fonte: os autores (2024, abril).

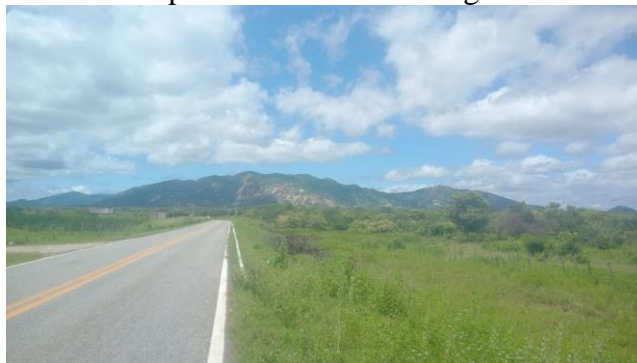
No ambiente de superfície sertaneja as altas temperaturas favorecem a ação mecânica, expondo blocos de rochas fraturadas (Figuras 9 e 10). Nesse processo de esculturação, os

fragmentos de rochas junto a substâncias orgânicas, formam o solo que serve de manto para a rochas. Este trabalho dá-se, continuamente, em milhares e milhares de anos. Estas formas apresentam solos pedregosos e rasos ao longo da paisagem, bordejados pela caatinga arbustiva aberta com predomínio de Neossolos Litólicos concentrados nas imediações dos maciços.

Forma de relevo que apresenta baixas altitudes, apresenta afloramentos rochosos, pouca presença de vegetação. Apresenta topos côncavos e convexos, vertentes íngremes. São considerados, portanto, como comprovação de uma resistência litológica diferenciada de uma antiga superfície, com um constante processo de pedimentação, em suas bases. Esse processo erosivo comum em regiões de clima semiárido, leva ao desenvolvimento de áreas aplainadas. Esta base conceitual da Geomorfologia surgiu com Lester C. King na década de 50, após alguns anos de observações dos processos de esculturação das paisagens áridas e semiáridas do continente africano.

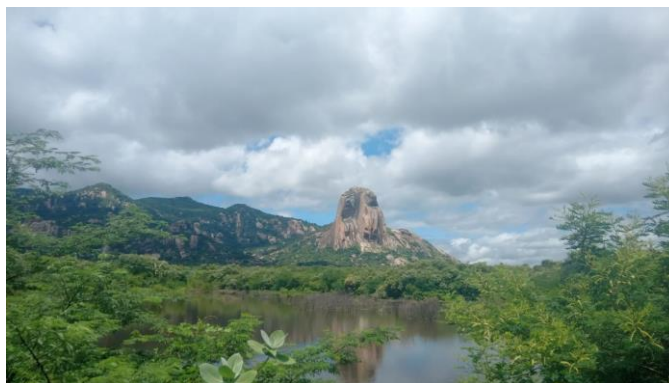
Nos arredores do *inselbergs* observa-se que a vegetação predominante, é a caatinga arbustiva aberta, com fitofisionomias terrícolas e rupícolas. As plantas encontradas nos paredões podem ser rupícolas quando crescem diretamente sobre a rochas e terrícolas são aquelas plantas cujas raízes estão ligadas diretamente ao solo. Principalmente nos entornos da Pedra da Andorinha, a vegetação encontra-se mais preservada e com maior porte, em decorrência da umidade mais acentuada nas proximidades do *inselberg*. Dentre as espécies pertencentes à flora da Caatinga local, podemos citar o Pau Branco, Angico, Sabiá, Jurema, Mofunbo, Mameleiro, Canafistula, Catingueira, Mandacaru e Xique-xique. Apresenta adaptações contra a perda de água, como a perda de suas folhas na estação seca e a presença de espinhos.

Figura 9: Relevos de desnudação em Sobral/Taperuaba. *Inselberg* Pedra da Andorinha/Taperuaba vista de um ângulo mais abrangente.



Fonte: os autores (2024, abril).

Figura 10: *Inselberg* Pedra da Andorinha vista de um ângulo mais aproximado, expondo blocos de rochas com predomínio da morfogênese mecânica. Período chuvoso.



Fonte: os autores (2024, abril).

Do ponto de vista geomorfológico, os relevos graníticos resguardam indicadores geomorfológicos de diferentes etapas de formação do saprólito. A remoção dos detritos friáveis resultou na permanência dos blocos de maior tamanho pela incapacidade de sua remoção pelos agentes erosivos, (Figura 11).

Os modelados graníticos apresentar macro e microformas atreladas à saprolitização, a meteorização/dissolução e/ou ao fraturamento. A UCPA apresenta um mesclado dessas tipologias de feições residuais, sustentando *boulders*, *honeycombs*, *tafones*, bacias de dissolução, caneluras, *polygonal cracks*, *tors*, *castle koppies*, *split rocks*, *inselberg*, etc (Rodrigues, 2018). Esses conjuntos de microformas são associados aos blocos graníticos.

Os *boulders* e caos de blocos: Os *boulders* graníticos, (que significa rochas), são os mais comuns, numerosos e amplamente distribuídos exemplos de formas de relevos graníticas, podendo ser encontrados de maneira isolada ou aglomerada *clusters* (que significa agrupamentos) em diferentes configurações geográficas e climáticas (Twidale, 1982).

Essas microformas são resultantes do trabalho dos agentes modeladores do relevo (interno e externos), que transformam as paisagens dependendo do tipo de rocha. Os relevos graníticos podem ser identificados a grandes distâncias e relevam a paisagem onde estão inseridos.

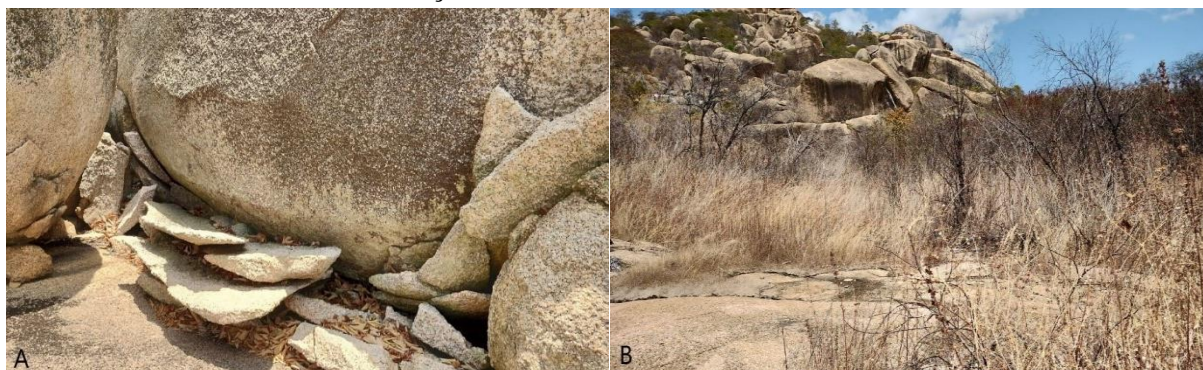
Os *Inselbergs* demonstram o poder da morfogênese mecânica e da denudação na elaboração de superfícies de erosão. As fotos a seguir mostram características mais detalhadas dos relevos graníticos.

O processo de formação dos *boulders* graníticos (Figura 11-a), têm sua origem geralmente associada ao intemperismo seletivo na subsuperfície, orientado por padrões de fraturas e concentrado ao longo destas. O primeiro estágio compreende a subsuperfície de intemperismo e o desenvolvimento do *corestone* (que significa pedra central) e o segundo estágio é a escavação do *corestone* para formar um *boulder* (Migoñ, 2006). O alívio da pressão litostática e a erosão proporcionam o aumento do volume da rocha e a consequente descamação e fragmentação nas bordas dos *boulders* (TWIDALE; ROMANÍ, 2005).

Enquanto o caos de blocos (Figura 11-b), são produtos de denudação seletiva de um manto de intemperismo com maior densidade.

As microformas graníticas ficam submetidas ao avanço da esfoliação, processo lento e contínuo, proporcionando instabilidade e desprendimento de placas rochosas que colapsam e originam depósitos residuais grosseiros do tipo caos de blocos.

Figura 11: Microformas graníticas (*Inselberg* Pedra da Andorinha). A- *Boulder* submetido à esfoliação esferoidal. B- Caos de blocos.



Fonte: os autores (2024, abril).

Observe-se as feições dissecadas situadas circunjacente ao *Inselberg* Pedra da Andorinha (Figura 12), com topos côncavos e convexos, vertentes íngremes. O verde da vegetação indica a estação chuvosa. Logo com as primeiras chuvas o cinza da caatinga transforma-se rapidamente em verdejante.

Estas formas apresentam classes de dissecação alta, com porções desnudas, deixando em ressalto o afloramento rochoso, na figura observa-se os topos aguçados configuram um destaque em meio à superfície de aplainamento.

Figura 12: Vista com destaque para feições dissecadas situadas no conjunto geomorfológico do Maciço Corrente



Fonte: os autores (2024, abril).

O estudo das formas de relevos, sejam macro ou microformas, requer analisar todo o conjunto físico natural, onde estão inseridos. Embora apresentem em comum, por exemplo, os *Inselbergs* fazem parte do conjunto de relevos graníticos, ainda assim possuem características específicas. Em áreas que se apresentam bastante deformadas, ou seja, com descontinuidades geológicas, as morfologias tendem a ser desnudadas e dissecadas com uma maior facilidade, em decorrência da pré-disposição à meteorização (designada por *intemperismo*, corresponde as alterações físicas e/ou químicas causadas nas rochas, pelos agentes de meteorização: água, vento, mudanças de temperatura e ação biótica. Por outro lado, áreas com baixa densidade de estruturas, denotam maior coesão, logo, menos acessos de água e conseqüentemente, uma meteorização de menor intensidade (Twidale, 1982).

Em meio à superfície sertaneja também é possível observar formas amplas, que configuram um relevo suave ondulado. (ver figura 13).

Figura 13: Colinas amplas e suaves, modeladas sobre o embasamento cristalino, situadas na BR 222, em direção a Forquilha.



Fonte: os autores (2024, abril).

O domínio das colinas amplas e suaves encontram-se na área de forma bem expressiva, especialmente em relevos com baixa declividade. Podem ser definidas de acordo com Brasil (2014), como “relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas”

Domínio Montanhoso (Residual)

Dentre as unidades morfoestruturais que constituem o cenário geomorfológico do Ceará, encontram-se os maciços residuais úmidos, na área de estudo, trata-se do Maciço Residual Cristalino da Meruoca. Conforme Falcão Sobrinho (2006), esses relevos são tidos como uma área que foi resistente aos processos erosivos no decorrer de eventos climáticos. São áreas que quebram a monotonia no cenário da paisagem da superfície sertaneja, em formas de maciços cristalinos. Possuem extensão variada e altitudes que, em geral, situam-se acima dos 800 m.

Com formato de um losango, delimitado por antigos *rifts* de idade paleozoica. Origina-se de um plúton granítico no qual este maciço foi modelado, constituindo-se num brejo de cimeira, conforme Souza (1988).

Os domínios montanhosos, como o caso do maciço da Meruoca, em geral, possuem amplitude de relevo acima de 300 m, podendo apresentar, localmente, desnivelamentos inferiores a 200 m. Possui inclinação das vertentes de 25°-45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60°-90°), (Brasil, 2010).

As escarpas serranas configuram as feições de vertentes dissecadas dos domínios montanhosos, apresentam declividades acentuadas, com formação de solos rasos em terrenos acidentados, em geral com alta suscetibilidade à erosão. Na área de estudo são identificados dois domínios montanhosos: A serra do Rosário e Serra Manoel Dias.

A extensão territorial de Sobral, abrange a porção da Serra do Rosário, está situada nos segmentos Sudeste e Sudoeste do Maciço da Meruoca, individualizando-se na paisagem em razão da superimposição fluvial do Rio Boqueirão no processo de dissecção do relevo.

O maciço cristalino (Serra da Meruoca), situa-se no Noroeste do estado do Ceará, na margem esquerda do rio Acaraú, próximo à cidade de Sobral. Apresenta como coordenadas geográficas 03°35'27" de latitude sul e 40°29'11" de longitude oeste, (IPECE, 2017).

A serra da Meruoca-Rosário corresponde ao segundo táxon (Mapa), é considerada como serra úmida. “Representam um conjunto de maciços montanhosos sobrelevados em meio ao piso regional de cotas baixas, determinado pelas superfícies de aplainamento que compõem a superfície sertaneja” (Brasil, 2014, p. 53).

Dispersas ao longo do semiárido, encontram-se algumas áreas de enclaves, ou seja, dotadas de condições climáticas diferenciadas, acarretando uma sucessiva ordem de condições naturais diferenciadas em relação às áreas secas. Como exemplo, cita-se a Serra da Meruoca, (Falcão Sobrinho; Costa Falcão, 2001).

Esse ambiente é favorecido pelo maior índice de precipitação em relação as áreas mais rebaixadas, é facilmente perceptível à obstrução dos nevoeiros (Figura 14), o que favorece a índices de precipitação superiores a 1.000mm, sua maior proximidade com o mar, favorecem ao barramento das brisas. (Falcão Sobrinho, 2006). Os níveis mais elevados de altitude condicionam características de ambiente úmido predominando vegetações de extrato arbóreo e resquícios de Mata Atlântica.

Figura 14: Vista parcial da Serra do Rosário (Maciço Residual Cristalino da Meruoca), face sul, mostrando a presença de nevoeiros. Rodovia BR 222, nas proximidades do Aprazível.



Fonte: os autores (2024, abril).

Ressalta-se que estas formas dos relevos constituídos pelos maciços residuais úmidos do estado do Ceará obedecem a uma estrutura, a qual corresponde a intrusões graníticas e rochas metamórficas, de acordo com Souza (1988).

Estes relevos apresentam em comum vertentes íngremes, com morfologias côncavas, convexas, retilíneas, topos que variam de aguçados a levemente ondulados, formando um verdadeiro labirinto morfológico, trabalhados por processos externos como: vento, clima, hidrografia (Falcão Sobrinho, 2020). Ver figura 15.

Figura 15: Morfologia das vertentes da Serra do Rosário



Fonte: os autores (2024, abril).

Os Argissolos Vermelho-Amarelos são facilmente perceptíveis nessas áreas mais elevadas, recobertos por Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (Mata úmida) e Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca). Nas vertentes a sotavento do maciço destaca-se a prevalência de processos de intemperismo físico e geração de solos pouco

profundos ou rasos, arenosos ou cascalhentos (Neossolos Litólicos). Com ocorrência de muitos blocos rochosos nas vertentes íngremes.

O relevo mais elevado contrasta com a superfície sertaneja, apresenta uma dissecação nas formas de topos aguçados e convexos, os declives das encostas da serra chegam a atingir uma variação entre 25% a 45%, (Falcão Sobrinho, 2006).

As feições morfológicas que integram o Maciço Cristalino da Meruoca exibem vertentes dissecadas pelos agentes externos de modelação do relevo, na face sul do Maciço, (Figura 16). Situada à sotavento, apresenta características de ambiente mais seco, ocorre em decorrência da posição geográfica, por receber menos chuvas, que são concentradas em maiores índices na porção a barlavento, Vertente Norte-Oriental do Maciço.

Figura 16: Vista aproximada das vertentes dissecadas da Serra da Meruoca, face sul, estação seca.



Fonte: os autores (2024, abril).

As irregularidades pluviométricas fazem com que os rios principais e outros pequenos córregos situados nessas áreas, sejam subperenes e temporários, geralmente sem a presença de água no período de estiagem, exceto durante a estação chuvosa. Ver Figura 17.

Figura 17: Riacho situado nas porções elevadas do distrito do Baracho.



Fonte: os autores (2024, abril).

Em tais condições locais, os processos de morfogênese química estabelecem sobre as rochas, dando características arredondadas em grandes extensões. Observa-se, inclusive a

presença de vales em V, provenientes de uma incisão linear, o relevo sendo esculpido pela erosão fluvial. Figura 18.

Figura 18: Vale em « V », com forte gradiente de incisão linear.



Fonte: os autores (2024, abril).

Uma particularidade bem interessante observada em feições de blocos rochosos, foi a relação do líquen com o substrato rochoso. Os líquens (*Letharia vulpina*), são organismos frequentemente encontrados crescendo em rochas. Agem na decomposição química causada pelas substâncias líquênicas, ocorre através dos efeitos mecânicos de penetração das hifas. A invasão das fendas das rochas pelas hifas ou líquens, evidenciada por diversos trabalhos de Ascaso e Galvan (1976), comprovam que estes seres, tomam nutrientes de seu substrato, através de uma substância ácida age na decomposição da rocha.

Figura 19: Bloco rochoso com presença de líquens, agem naturalmente na decomposição da rocha.



Fonte: os autores (2024, abril).

Observa-se as vertentes denudas na Serra do Rosário contrastando com a superfície sertaneja recoberta pela vegetação de caatinga arbustiva aberta com uma cor acinzentada, situação comum no período de estiagem assim como o xerofolismo (perda das folhas pelas plantas como forma de adaptação).

O relevo na Serra do Rosário é escarpado (> 75%), com a exposição de afloramentos graníticos (Figura 20), na forma de caos de blocos e matacões, sendo atacados pela morfogênese mecânica em resposta às condições de semiaridez vigentes. Na figura 20, observa-se a

descontinuidade topográfica entre a vertente da Serra do Rosário e a Superfície de Sertaneja, que contornam o Maciço da Meruoca.

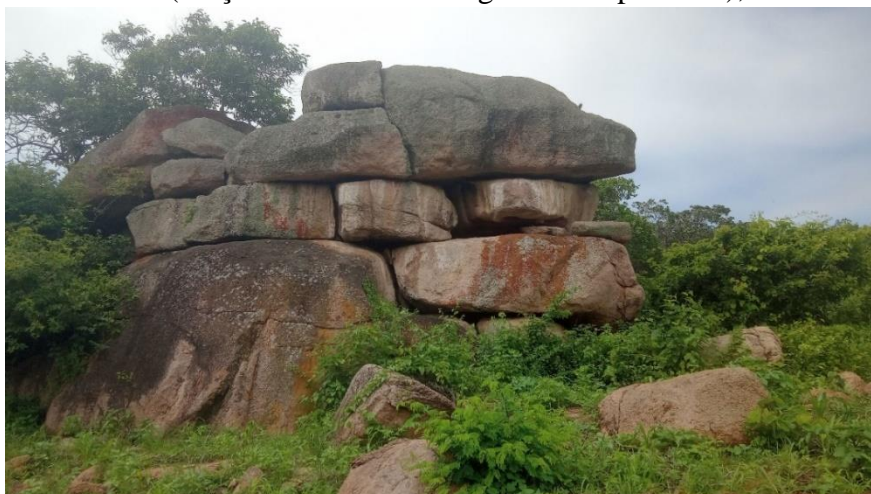
Figura 20: Afloramentos graníticos nas vertentes da Serra do Rosário. Vista a partir da BR 222.Período seco.



Fonte: os autores (2024, abril).

Na porção seca do maciço da Meruoca, observa-se uma grande presença de matacões graníticos, com uma significação espacial dominante. Prevaecem nesse ambiente os solos Litólicos (Neossolos Litólicos), (Figura 21). Essas feições são comuns na paisagem geomorfológica granítica do semiárido. Possuem processos de formações bem complexo. São resultantes do processo de diaclasamento por alívio de pressão do batólito aflorante, que gera um sistema de fraturas perpendicular, onde os processos de intemperismo atuam de modo diferencial para individualizar os blocos. Especificamente, os blocos retangulares que estavam a profundidades maiores, e a frente de intemperismo não teve tempo suficiente para atingir e arredondar, permanecem empilhados mesmo após exumados, (Xavier, 2021).

Figura 21: Matacões (Feições de blocos retangulares empilhados), distrito do Baracho.



Fonte: os autores (2024, abril).

A sotavento da Meruoca é comum observar na paisagem as vertentes desnudas deixando em evidência grandes paredões de lajedos, com feições de declives acentuadas (Figura 22). A vegetação é de porte arbustivo com larga incidência de plantas da caatinga.

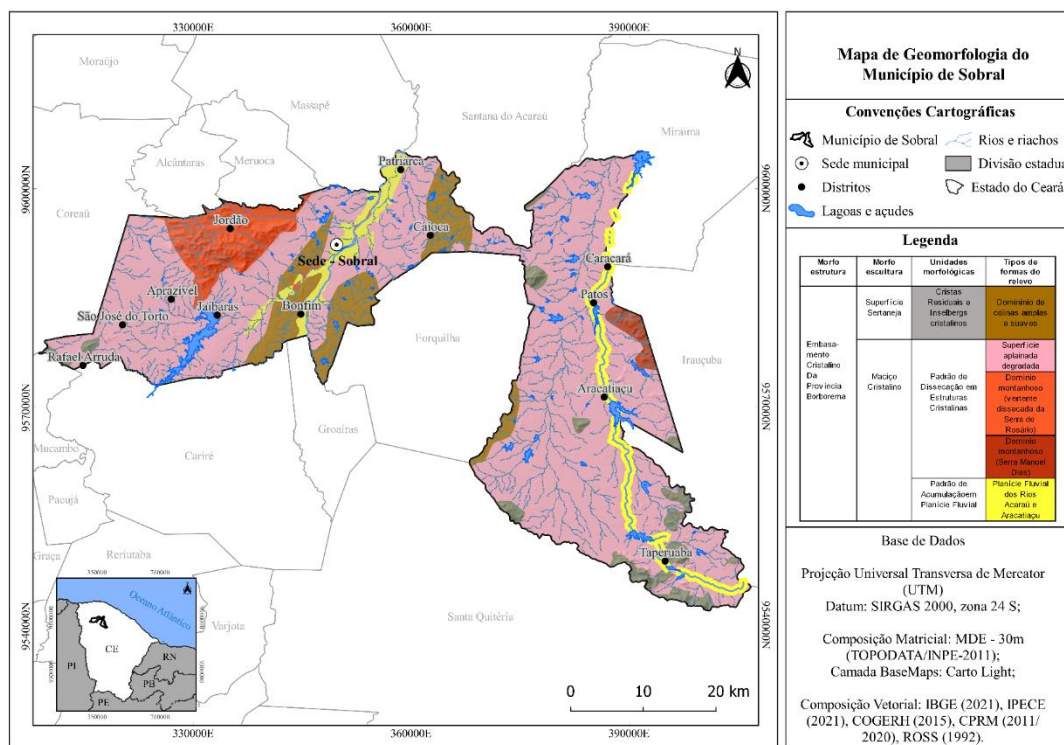
Figura 22: Lajedos (paredões rochosos), situados em vertentes íngremes, distrito de Jordão. Período chuvoso.



Fonte: os autoes (2024, abril).

É neste contexto que se insere o relevo do município de Sobral (mapa 2)

Mapa 2: Geomorfologia do Município de Sobral/CE.



Fonte: COGERH (2015), CPRM (2011, 2020), IPECE (2021), IBGE (2021), organizado por Fernandes (2023).

ASPECTOS AMBIENTAIS MOLDANDO O RELEVO O Clima esculpando a paisagem

Referente a dinâmica hidroclimática do semiárido brasileiro, o fator clima é fundamental quando se trata da análise da organização das paisagens de determinada região,

através dos seus elementos tem-se a possibilidade de refletir sobre a geomorfologia atual, aspectos pedológicos e de toda a dinâmica física-natural.

O clima regional, predominantemente semiárido, apresenta irregularidades pluviométricas temporo-espaciais. O regime pluviométrico é do tipo tropical com um curto período chuvoso e um longo período de estiagem. É esta uma das características mais relevantes que serve singularizar o regime pluviométrico. (Araújo Filho, 2006). As precipitações médias são em torno de 500 a 600 milímetros por ano.

A grosso modo, apresenta uma evapotranspiração potencial em torno de 2.700 mm/ano, caracterizando um déficit hídrico elevado, o que resulta em um índice de aridez médio de 0,30.

Na área do maciço residual úmido, (M.R.U), a serra da Meruoca apresenta uma distribuição mais uniforme, reflexo que pode ser relacionado a proximidade da zona litorânea assim como a altitude deste relevo, o que favorece a interceptação da brisa marinha. As médias da precipitação nesse ambiente, quase sempre se mantiveram em mais de 1.000 mm, (Falcão Sobrinho, 2006).

A atuação dos mecanismos de circulação atmosférica em escala regional contribui para as especificidades climáticas do Nordeste brasileiro, caracterizadas pela:

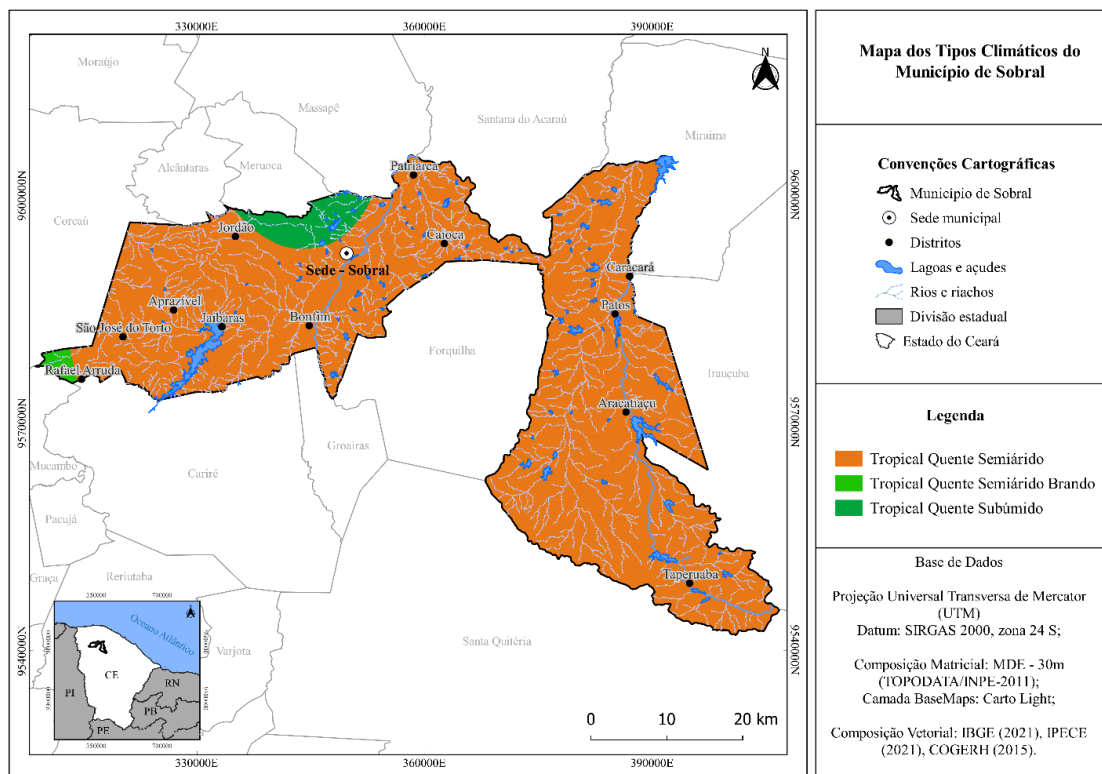
O tipo climático apresentado no município predominantemente é o Tropical Quente Semiárido. A ocorrência do clima Tropical Quente Semiárido Brando ocupa uma pequena faixa no distrito de Rafael Arruda na orientação oeste (W) da área de estudo. O tipo Subúmido está presente nos setores a sotavento do maciço da Meruoca, na orientação à noroeste do município de Sobral.

No que se refere aos efeitos da ação dos elementos climáticos, os demais elementos que integram o quadro físico-natural são condicionados a determinadas situações. Nos ambientes dos maciços residuais úmidos, é possível verificar uma ocorrência de morfogênese química, principalmente nos setores a barlavento. Isto decorre de espessos mantos de alteração das rochas, com solos revestidos primariamente pela floresta tropical serrana.

No ambiente da superfície sertaneja, as condições do clima propiciam os efeitos da morfogênese mecânica, assim como nas porções a sotavento do maciço da Meruoca, em decorrência das altas temperaturas que incidem diretamente na superfície. A superfície sertaneja, apresenta as condições de semiaridez, que estão relacionada diretamente ao clima. O manto alterado das rochas é delgado e recoberto por caatingas. Tais características estão associadas ao ritmo das precipitações e a funcionalidade dos processos de pedimentação.

Nas áreas em que o ritmo das chuvas é mais regular e em que as chuvas apresentam valores anuais acima de 900mm, encosta úmida e cimeira da Meruoca, os solos tem espessuras em torno de 2,00m a mais. (Falcão Sobrinho, 2006).

Mapa 3 : Tipos climáticos do município de Sobral/CE



Fonte: COGERH (2015), IBGE (2021), IPECE (2021), organizado por Fernandes (2023).

Na superfície sertaneja, por outro lado, as classes de solos exibem perfis normalmente delgados, os quais, dificilmente, superam a espessura de 1,0m. A variação da pluviosidade e, as estações secas são os fatores mais importantes, conjugados com o solo raso, na paisagem da superfície sertaneja. A estação seca em que é submetida à superfície sertaneja em que o balanço hídrico é deficiente e a relação das chuvas mais a água da terra, não equilibram as perdas de água do solo, seja por evaporação e pelas plantas por transpiração, este fato pode ser observado em Soares (2001).

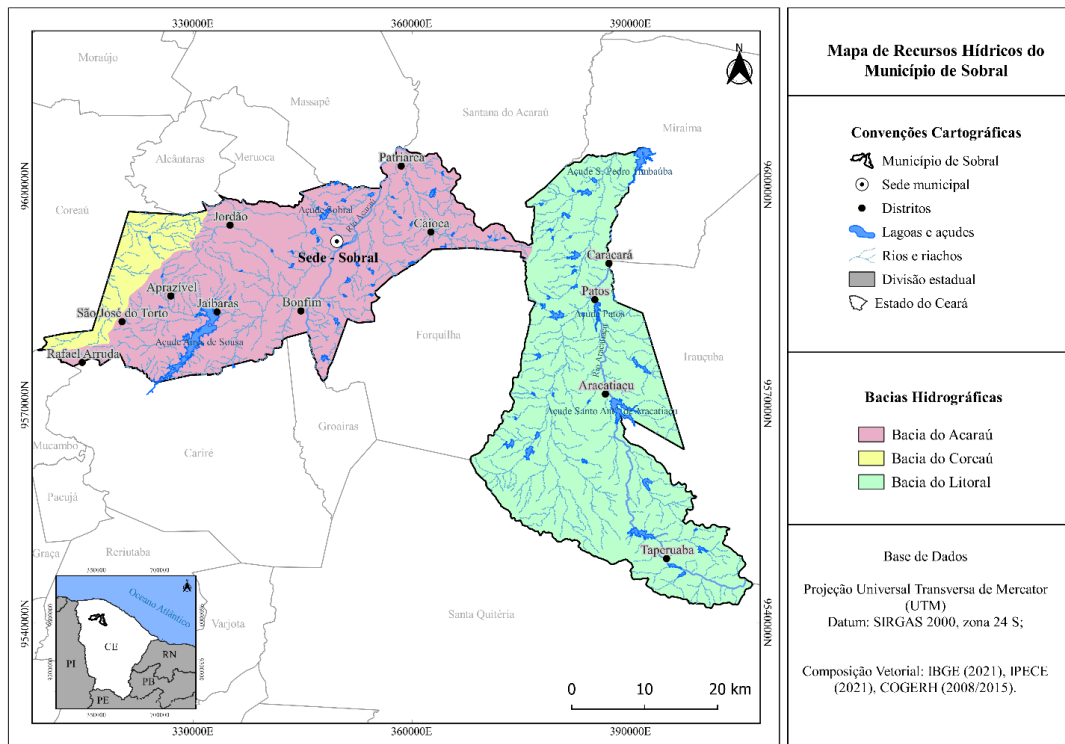
Aspectos Hídricos

Os rios são um dos principais agentes de modelação do relevo, e exibem diferentes feições geomorfológicas que caracterizam a paisagem (ver mapa 4). A planície fluvial possui várias denominações, tais como: brejo, várzea, terra inundável, área úmida, etc. As feições geomorfológicas formadas pela planície fluvial constituem um fundamento para delimitação de Áreas de Preservação Permanente (APP's). Entende-se que a planície fluvial é um relevo que se apresenta dinâmico.

Com efeito, os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais meteorizados das áreas mais elevadas para as mais baixas e dos continentes para o oceano. Nesse caminho, eles modelam as paisagens em diferentes níveis, dependendo da litologia.

Áreas planas que são resultantes da acumulação fluvial, sujeitas a inundações periódicas que bordejam as calhas dos rios, atingindo alargamentos consideráveis nos baixos vales, possui a presença dos Neossolos Flúvicos, imperfeitamente drenados e com eventuais problemas de salinização, as planícies exibem a presença associada de Planossolos e Vertissolos, ambos mediamente profundos, textura predominantemente argilosa e problemas de salinização, (Sousa, 2006).

Mapa 4: Recursos Hídricos do Município de Sobral/CE



Fonte: COGERH (2008/2015), IPECE (2021), IBGE (2021).

No que se refere aos recursos hídricos superficiais, é importante compreender que no contexto das características físicas da área, constituída por terrenos do embasamento cristalino, a oferta e a predisposição para os recursos superficiais é elevada. A drenagem apresenta padrão dentrítico de textura aberta, notando-se um controle estrutural nas áreas mais intensamente fraturadas.

A rede de drenagem do município de Sobral, pertence a três importantes bacias hidrográficas: Bacia do Acaraú, Bacia do Litoral e Bacia do Coreaú.

A Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú, abrange uma área de 14.427 km², compreendendo cerca de 10% do Ceará. O rio principal possui 352 km de extensão com nascentes situadas na serra das Matas (Falcão Sobrinho, 2020a).

A Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú, situa-se no estado do Ceará, entre as coordenadas geográficas: Latitude Sul de 02° 47' a 04° 58' e Longitude Oeste de 39° 40' a 40° 51'. No cenário de sua compartimentação geomorfológica, dispõem de paisagens com relevos elevados, superiores a 1000 m de altitude, os chamados maciços residuais úmidos (M.R.U), e, relevos rebaixados, com altitude de 400 m, ocupando cerca de 90% do vale, designado de superfície sertaneja (S.S), (Falcão Sobrinho, 2006).

Na área urbana de Sobral, a planície do rio Acaraú destaca-se como sendo um dos principais cartões postais de Sobral (Figura 23). O rio é acompanhado pela urbanização, ao seu redor se encontram vários bairros. Sua dinâmica hidrológica é resultante das chuvas, que se concentram nos meses de (março a maio). Este rio caracteriza-se por apresentar um regime sazonal, intermitente, condicionando as condições hidrológicas e ambientais ao longo rio Acaraú.

Figura 23: Trecho do rio Acaraú, (médio curso), localizado às margens do Bairro Dom expedito, ao lado do Norte Shopping Sobral. Vista a partir do sexto andar do prédio Cameron.



Fonte: os autoes (2021).

Ressalta-se a importância do conhecimento geomorfológico fluvial no meio urbano, voltado para a gestão de riscos de inundações, servindo de subsídio ao planejamento urbano. Dentro na análise geomorfológica, a vertente voltada ao estudo dos corpos hídricos no meio urbano ganha relevância nos atuais estudos sobre a temática, pois é no relevo onde se materializam as forças produtivas, ficando impregnadas as transformações na paisagem, exemplo da ponte sobre o rio Acaraú (Figura 23).

No contexto urbano dos recursos hídricos de Sobral, a Lagoa da Fazenda destaca-se como sendo um sistema lacustre, configurando um espraiamento da drenagem. Está localizada no bairro Coração de Jesus, na porção nordeste da cidade de Sobral, no interior do Parque Ecológico Lagoa da Fazenda. Ver figura 24.

Figura 24: Lagoa da Fazenda situada na área urbana de Sobral, contrastando ao fundo com a serra da Meruoca.



Fonte: os autoes (2024, maio).

Considerada umas das sub-bacias mais importantes da bacia hidrográfica do Rio Acaraú a s sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras a qual situa-se a porção Noroeste do estado do Ceará, compreendendo uma extensão de aproximadamente 1.567 km. Compreende nove municípios

do estado do Ceará, dos quais o município de Sobral encontra-se com maior área territorial, representando 31,6% da área total da sub-bacia, (Gomes; Falcão Sobrinho; Vital, 2023).

Possui relevância tanto do ponto de vista ambiental como sociocultural, apresenta uma grande diversidade de paisagens as quais se destacam dentro do contexto do semiárido (Gomes; Carvalho; Falcão Sobrinho, 2021).

A sub-bacia hidrográfica do rio Jaibas está inserida no Graben de Jaibas, pertencendo ao extremo noroeste da província Borborema, limitando-se ao oeste com a bacia paleozóica do Parnaíba e ao sul, com o Cráton do São Francisco, fazendo parte assim, do arcabouço estrutural do domínio noroeste do Ceará, compreendendo uma arquitetura de *Horts* e *Grabens* separadas por zonas de cisalhamento antigos e profundos (Torquato; Neto, 1996).

Figura 25: Planície Fluvial do Rio Jaibas



Fonte: Carvalho (2024, mar).

O lineamento transbrasiliiano corta o Brasil do Centro-oeste ao Nordeste, sendo uma larga zona de cisalhamento que possui direção SWNE, na bacia hidrográfica do rio Jaibas o lineamento transbrasiliiano recebe o nome de falha Sobral-Pedro II (Figura 26).

Figura 26: Lineamento Transbrasiliiano (falha Sobral-Pedro II), Jaibas/Sobral



Fonte: os autoes (2024, março).

A Figura 27, mostra a planície fluvial esculpindo o relevo, deixando em destaque sinuosidades naturais em meio a ampla superfície sertaneja. Estas típicas formas de deposição fluvial possui uma complexa dinâmica que atua na formação da paisagem.

Figura 27: Planície fluvial do rio Jaibaras



Fonte: os autores (2024, março.)

Na área do Maciço da Meruoca os recursos hídricos superficiais de destacam em meio a paisagem, essas áreas de acumulação contrastam com vertentes elevadas do relevo local.

Durante o período da estação chuvosa, os corpos hídricos são abastecidos e renovados, é possível observar ao longo das estradas, os córregos em destaque no cenário paisagístico, situação observada apenas no período chuvoso, já que nos meses de estiagem os solos ficam completamente secos. Ver figura 28.

Figura 28: Passagem molhada no distrito de Jordão.



Fonte: os autores (2024, abril).

Do ponto de vista geomorfológico, as áreas de platôs do Maciço da Meruoca, apresenta topos aguçados, feições que se destacam visualmente na paisagem serrana. O açude Jordão (Figura 29), fica localizado na área urbana do distrito com o mesmo nome. Nas suas áreas adjacentes nota-se o nevoeiro comum na estação chuvosa, deixando embaçada a visão de quem ali passa. Nas áreas circunjacentes ao açude nota-se a presença de mata ciliar e blocos de rochas que resistem ao intemperismo, fazendo um belo contraste com paisagístico.

Figura 29: Pequeno açude localizado distrito de Jordão



Fonte: os autores (2024, abril).

No distrito do Baracho um pequeno açude (Figura 30) se destaca entre as colinas aguçadas do relevo, essa área mais plana oferece condições a formação de planícies fluviais. Quando na estação chuvosa atinge sua capacidade máxima, já no período de estiagem, o volume de água diminui consideravelmente.

Figura 30: Açude situado na área urbana do distrito do Baracho.



Fonte: os autores (2024, abril).

De acordo com a Cogerh (2022), a Bacia Hidrográfica do Litoral tem uma área de drenagem de 8.472,77 km², correspondente a 6% do território Cearense, engloba um conjunto de bacias independentes compreendidas entre as do Curu e Acaraú, variando de quase 155 km² (Riacho Zumbi) até 3.450 km² (Rio Aracatiáçu).

Outro açude pertencente ao município de Sobral é o açude Santo Antônio de Aracatiáçu, faz parte da bacia do litoral (Figura 31). O açude Aracatiáçu foi construído pelo DNOCS no ano de 1954, tendo o início das construções em 1920. Tem capacidade para armazenar 24,34 milhões de metros cúbicos (m³) de água.

Figura 31: Açude Santo Antônio de Aracatiaçu, tendo como pano de fundo as feições de relevos elevados



Fonte: os autores (2024, abril).

O município de Sobral possui uma pequena faixa a oeste pertencente a bacia do Coreaú, possui como principal coletor de drenagem do rio Coreaú, o qual, nasce da confluência dos riachos Jatobá e Caiçara, oriundos do sopé da serra da Ibiapaba, e desenvolve-se no sentido sul/norte) por 167,5km este rio possui baixas declividades, (Torres; Falcão Sobrinho, 2020).

Solo no cenário paisagístico

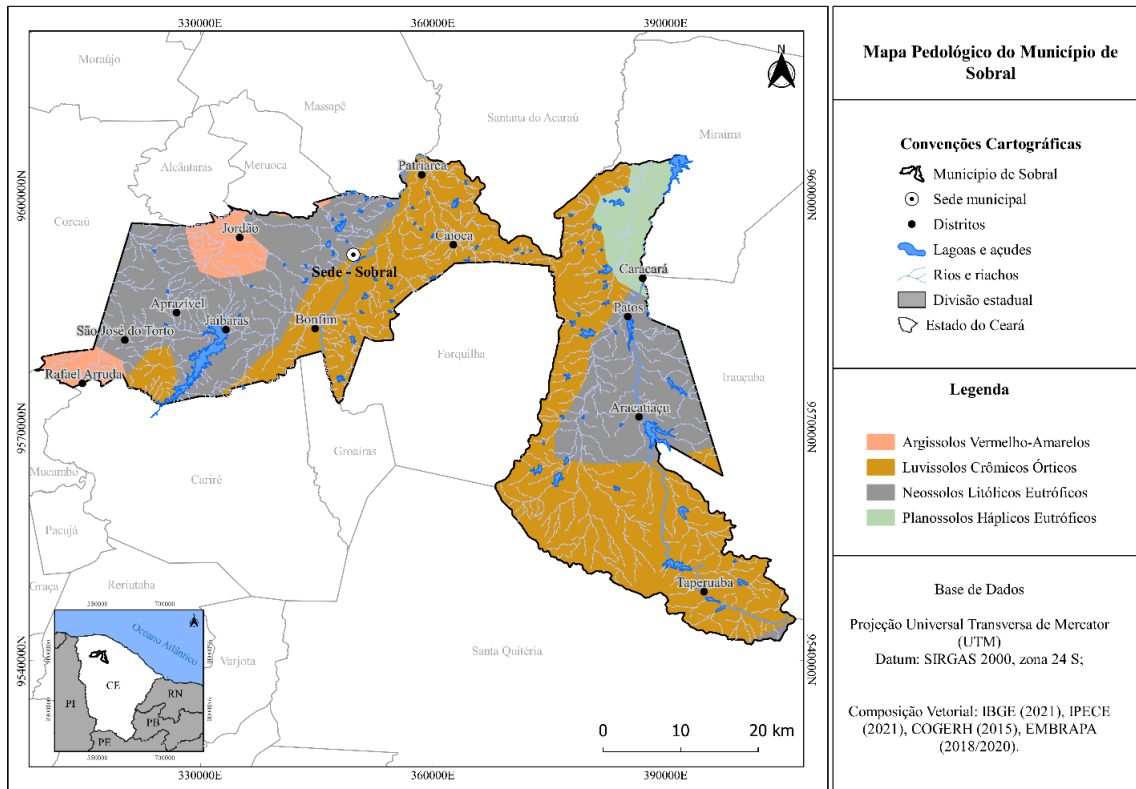
As características pedológicas caracterizam-se como fatores importantes na compreensão integrada dos aspectos físicos-naturais de uma paisagem. As classes de solos apontadas na área de estudo estão apresentadas no (mapa 5).

A área de estudo é composta essencialmente pelas superfícies aplanadas, as características de semiaridez acentuada relacionam-se ao pequeno manto de intemperismo, possuindo uma baixa capacidade de armazenamento. Em função da diversidade de litologia e material originário, de relevo e da menor ou maior aridez do clima, os solos da caatinga são jovens, rasos (<50cm) (Neossolos Litólicos) e pouco profundos (<100cm) (Luvissolos e Argissolos). (Brasil, 2014). Estes dois tipos de solos se apresentam em maior expressão espacial na área de estudo.

Os Luvissolos Crômicos estão presentes na compartimentação geomorfológica da superfície aplanada com maior representatividade. Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta, imediatamente abaixo de horizonte A ou horizonte E (Embrapa, 2006).

É muito comum nas áreas destes solos a presença de pedregosidade superficial, constituída por calhaus e por vezes matações, de quartzo, caracterizando um pavimento desértico. Na área de ocorrência dos Luvissolos o relevo geralmente apresenta-se plano até forte ondulado, constatando-se, porém, a predominância dos relevos suave ondulado. O material de origem é constituído principalmente por saprolito de micaxisto e gnaisses escuros, respectivamente referidos ao Pré-Cambriano (A) e Pré-Cambriano Indiviso, (Embrapa, 1999).

Mapa 5: Solos do município de Sobral/CE



Fonte: EMBRAPA (2018, 2020), COGERH (2015), IPECE (2021), IBGE (2021), organizado por Fernandes (2023).

Contudo, merecem ser destacados os Neossolos Litólicos. Constituem-se de solos minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos, com sequência de horizontes A-R ou A-C-R, com início de horizonte B muito incipiente, o material correspondente ao saprolito da rocha subjacente, sendo como gnaisses, arenitos, filitos, silticos e outros, (Falcão Sobrinho, 2006).

Figura 32: Perfil de solo no Maciço Cristalino no distrito de Jordão - Serra Meruoca



Fonte: os autores (2024, abril).

A ocorrência dos Neossolos Litólicos na área de estudo abrange a região geomorfológica de Taperuaba, onde há predominância de relevos dissecados e montanhosos, como Inselbergs,

Cristas e Maciços Cristalinos e estão presentes nas áreas adjacentes ao sopé do maciço da Meruoca.

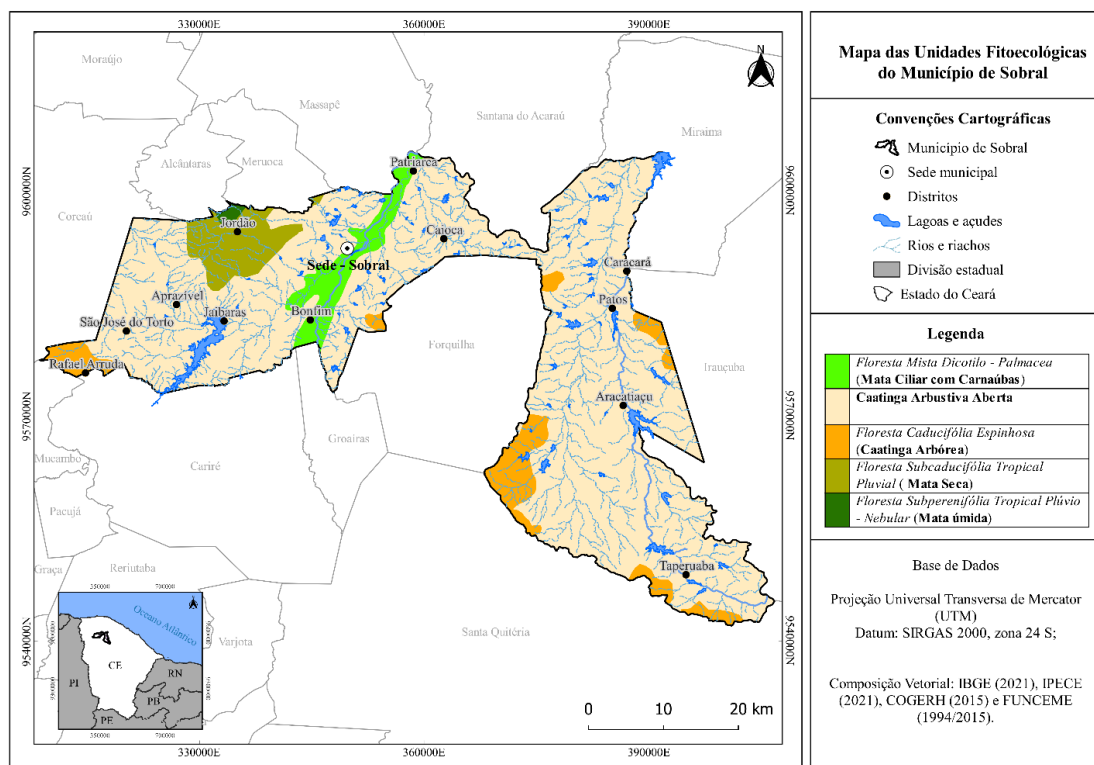
Na área de pesquisa são solos que recobrem grandes extensões. O clima semiárido se mostra como um grande fator de formação dessa classe de solo.

Na área do maciço da Meruoca, o solo que mais se expressou no cenário da paisagem foi o Argissolo Vermelho-Amarelo. Em estudos no maciço da Meruoca, Falcão (2002), afirma que os Argissolos apresentam perfis bem diferenciados, comumente profundos (poucas vezes rasos). Sequência de horizontes A, Bt e C, com profundidade do A+Bt, na maioria dos perfis, superior a 150 cm, exceto nos solos rasos.

Vegetação: aspecto visível da paisagem

A análise dos padrões vegetacionais pauta-se no pressuposto básico que a vegetação caracteriza o reflexo último das complexas inter-relações das condições naturais (mapa 6). A vegetação possui diversas influências sobre a dinâmica do ambiente, sobretudo, na ação dos processos morfoclimáticos, na pluviosidade e na temperatura do solo e do ar. Ademais, intervém nos agentes morfológicos acionando processos morfogenéticos e pedogenéticos na superfície terrestre. (Souza, 2000).

Mapa 6: Unidades Fitoecológicas do município de Sobral/CE



Fonte: FUNCEME (1994,2015), COGERH (2015), IBGE (2021), IPECE (2021), organizado por Fernandes (2023).

A vegetação em geral da área de estudo corresponde ao bioma Caatinga, lar das espécies que se desenvolvem adaptadas as condições de semiaridez, suas fitofisionomias vegetais variam conforme influência de fatores como o clima local, a presença de rios, as condições do solo, entre outros fatores. (Alves *et. al*, 2023). Assim encontram e espécies de porte arbóreo, arbustivo, herbáceo, além de cactáceas e bromeliáceas.

As unidades fitoecológicas presente na área de estudo são: caatinga arbustiva aberta, caatinga arbórea, mata seca, mata úmida e mata ciliar com carnaúbas (mapa 6).

Caatinga Arbustiva Aberta

A superfície aplainada é recoberta predominantemente pela caatinga arbustiva aberta, conforme vista na figura 33.

Figura 33: Pau-branco, espécie endêmica da caatinga



Fonte: os autores (2024, abril).

Nestas áreas as espécies vão se adaptando às condições mais áridas perdendo suas folhagens e tomando um aspecto espinhoso e ressecado nos períodos de estiagem, sendo assim, reveste o ambiente uma vegetação composta principalmente por arbustos e árvores espinhosas, como Jurema (*Mimosa tenuiflora*) presente por toda a extensão do sertão, muitas árvores de Pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Mart) outras de Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), Oiticica (*Licania rigida*), Caatingueira (*Poincianella pyramidalis*), Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), Angico (*Anadenanthera colubrina*), Pau d'arco (*Tabebuia serratifolia*), Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), Marmeleiro (*Croton sonderianus*), Carnaúbas delineando cursos d'água e cactáceas, como o mandacaru (*Cereus jamacaru*), o xique-xique (*Pilosocereus polygonus*), facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), Pau branco (*Auxemma oncocalyx*). (Alves et.al, 2023).

Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio Nebular (mata úmida)

Nos setores mais elevados da área, no maciço da Meruoca tem a presença da mata úmida (*Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio Nebular*). A presença dessa vegetação diferenciada dar-se pela mudança das condições geomorfológicas, clima e solo. Em níveis mais elevados de altitude condicionam características de ambiente úmido predominando vegetações de extrato arbóreo e resquícios de Mata Atlântica em contraste com áreas que demonstram uma vegetação descaracterizada dessas condições. (Falcão Sobrinho, 2020). Com a estação seca menos acentuada nesses ambientes, as espécies arbóreas de folhas perenes são predominantes. Ver figura 34.

Figura 34: Ambiente úmido no maciço da Meruoca



Fonte: os autores (2024, abril).

Floresta Subcaducifólia Tropical

A vegetação de mata seca (*Floresta Subcaducifólia Tropical*), recobre a porção seca do maciço da Meruoca, e as áreas de transição entre a superfície sertaneja e a Meruoca, nessas áreas, por estar situada a sotavento e em áreas de Pé-de-Serra, onde a pluviosidade é menor, a temperatura é mais elevada e a umidade do ar é mais baixa. Apresenta porte menor que a mata úmida, sobressaindo o estrato arbustivo. Vão ganhando composições e estrutura de Floresta subcaducifólia tropical pluvial (mata seca). Estes ambientes compartilham adaptações semelhantes às condições semiáridas do ambiente, incluindo a perda de suas folhas durante a estação seca para minimizar a evapotranspiração.

Quando se lancha o olhar a partir da superfície sertaneja em direção ao relevo da Meruoca, ao longe nota-se as mudanças na paisagem, sendo a vegetação a forma mais visível, nota-se a mata seca se destacando no contraste com a caatinga, recobrando as formas dissecadas do relevo. Trata-se de zonas de transição ou intermediárias nas quais se percebe uma mistura de espécies de florestas subcaducifólia e subperenifólia. (Figura 35).

As planícies fluviais geralmente são recobertas pela mata ciliar, incluindo matas-galerias e espécies da caatinga. São também conhecidas como vegetação de várzea, apresenta o predomínio de um estrato mais elevado, ocupado por palmeiras ou carnaubeiras, espécies vegetais que são adaptadas aos solos salinos de várzeas. Ver figura 36.

Figura 35: Vegetação de mata seca nas vertentes do maciço da Meruoca, vista na rodovia em direção ao distrito de Jordão.



Fonte: os autores (2024, abril).

Figura 36: Mata ciliar com presença de carnaúbas na superfície sertaneja de Aracatiáçu



Fonte: os autores (2024, abril).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Sobral, possui uma diversidade geomorfológica tanto em macro como em micro feições. O embasamento cristalino, onde a área de estudo está inserida, abriga uma variedade de formas resultantes principalmente dos processos desnudacionais, bem característico de ambiente semiárido em função do intemperismo físico atuante.

Esse mapeamento permitiu a espacialização geomorfológica das formas de relevo através de diferentes níveis taxonômicos. Com isso, a análise geomorfológica permitiu reconhecer os tipos de relevo e os processos a eles relacionados, buscando compreender como os processos articulam-se entre si, e como evoluem os grandes conjuntos de formas de relevo.

O conjunto de informações obtidas e analisadas sobre a caracterização da área de estudo, proporcionou a compreensão da configuração físico-geográfica, bem como a compreensão do jogo de interações entre os fatores físicos na configuração da paisagem sertaneja. Assim, os aspectos estruturais, geomorfológicos, climáticos, hídricos, pedológicos e vegetacionais condicionam a configuração da paisagem do município de Sobral.

Como resultado da pesquisa, foram produzidos dados e informações do conjunto dos aspectos físicos-naturais da área. Acredita-se que este trabalho poderá contribuir como subsídio, no sentido de nortear os planejamentos ambientais, assim como no conhecimento do quadro físico-natural da área estudada.

O cenário da paisagem nos revela, seja na superfície sertaneja ou no maciço residual, que os processos atuantes na modelação do relevo são interligados. Os produtos cartográficos e imagens comprovam as teorias explicativas em termos estruturais, demonstrando a evolução morfoescultural do conjunto de relevos existentes na área.

Apoio: Recursos financiados pelo CNPq

REFERENCIAS

AB'SÁBER, A. N.; BIGARELLA, J. J. Considerações sobre a geomorfogênese da Serra do mar. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n. 4/5, p. 94-110, 1961. Disponível em:

https://biblio.fflch.usp.br/AbSaber_AN_1350230_ConsideracoesSobreAGeomorfogenese.pdf
Acesso em: 18 abr. 2024.

AB'SABER, A.N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do nordeste brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 19, p. 1-38, 1969.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; NEVES, B. B Brito.; FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., Campina Grande. **Atas**. Campina Grande: SBG,1977. p. 363-391.

ALVES, V. C. ; FALCAO SOBRINHO, J.; DINIZ, S. F.; CARVALHO, B. L.; SOUSA, R. M. L.; FERNANDES, N. B. S. . Mapping and Characterization of Physical-Natural Units in the Municipality of Massapê - Ceará, Brazil. **Global Journal of HUMAN-SOCIAL SCIENCE**, v. 24, p. 1-22, 2024.

ARAÚJO FILHO, J. A de. Contexto Geoambiental do Semi-árido do Ceará: Problemas e Perspectivas. Em: FALCÃO SOBRINHO, J.; COSTA FALCÃO, C. L. (orgs.).***Semiárido: diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral Gráfica, 2006.

ASCASO, C.; GALVAN, J. Studies on the pedogenic action of lichen acids. **Pedobiologia**, n. 16, p. 321-331, 1976.

BRASIL, Ministério e Minas e Energia - Secretaria de geologia, mineração e transformação mineral CPRM - serviço geológico do Brasil. **Geodiversidade do estado de Mato Grosso do Sul**. Angela Maria de Godoy Theodorovicz e Antonio Theodorovicz (Organizadores). São Paulo: CPRM, 2010. 179 p.

BRASIL, Ministério e Minas e Energia - Secretaria de geologia, mineração e transformação mineral CPRM - serviço geológico do Brasil. **Geodiversidade do Estado do Ceará**. Ricardo de Lima Brandão e Luís Carlos Bastos Freitas (Organizadores). Fortaleza: CPRM, 2014. 58 p.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. Fundação de Apoio à Pesquisa – FUNAPE/UFG, 2001. Disponível em: <https://funape.org.br/novo/index.php> . Acesso em: 09 jan. 2024.

COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado de Ceará. (2021). **Portal Hidrológico do Ceará**. Disponível em:<<http://www.hidro.ce.gov.br/>>. Acesso em: 11 fev. 2023.

COSTA, A. C. C; ROCHA, H. V. **Sobral da Origem dos Distritos**. Sobral -CE, Sobral Gráfica e Editora Ltda, 2008.

COSTA, L.R.F. Estruturação geoambiental e susceptibilidade à desertificação na bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Estado do Ceará**, 2020.

DINIZ, S. F. **Caracterização fisiográfica e pedologia da Região norte do estado do Ceará**. (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

DRESCH, J. Pedimentos, “glacis” de erosão, pediplanícies e inselbergs. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, n. 9, p.1-15, 1962.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999.

FALCAO SOBRINHO, J. **O relevo, elemento e âncora, na dinâmica da paisagem do vale, verde e cinza, do Acaraú, no Estado do Ceará**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FALCÃO SOBRINHO, J. Relevo e Paisagem: **proposta metodológica**. Sobral: Sobral Gráfica, 2007.

FALCÃO SOBRINHO, J. A inserção antropogênica na construção e reorganização do cenário da paisagem do Vale do Acaraú, CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol.07, n.06 (2014) 1078-1092.

FALCAO SOBRINHO, J.. **A Natureza do Vale do Acaraú: um olhar através das sinuosidades do relevo**. 1. ed. Sobral: SertãoCult, 2020. v. 1. 196p.

FALCAO SOBRINHO, J.. Water resources available at cisterns in the acaraú river basin, Ceará, Brazil. **Rev. InterEspaço**, v. 06 p. 01-25 2020^a.

FALCAO SOBRINHO, J. ; CARVALHO, B. L. . Relief cartography as a means of communication in geographic science. **International Journal Semiarid**, v. 6, p. 130-154, 2023.

FALCAO SOBRINHO, J.; SOUZA, C.J. de O.; ROSS, J.L.S. **A Natureza e a Geografia no Ensino das Temáticas Físico-Naturais no Território Brasileiro**. LetralCapital, Rio de Janeiro, 2023.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **A Zona costeira do estado do Ceará: compartimentação geoambiental e antropismo**. Fortaleza: FUNCEME, 2009. 67 p. il. Anexos de memória fotográfica e compartimentação geoambiental do estado do Ceará.

GOMES, M. R. M.; FALCÃO SOBRINHO, J.; VITAL, S. R. O. . Mapeamento Taxonômico e a Relação entre o Relevo e os Processos Erosivos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Jaibas, Ceará/Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 17, p. 90-111, 2023.

GOMES, M. R.de M; CARVALHO, B. L; FALCÃO SOBRINHO, J. Geoprocessamento aplicado a análise das tecnologias sociais em ambientes geomorfológicos distintos na sub-bacia Jaibas–Ceará. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 94820-94835, 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2017**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> . Acesso em: 04 jan. 2023.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará. **Perfil Básico Municipal 2017**. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/> Acesso em: 04 jan. 2023.

IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: SEPLAN, 1989.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação do Solo**. Ed. Oficina de Textos, São Paulo, 2010.

KELGEL, E. Estudos Geológicos do Norte do Ceará. DNPM. Rio de Janeiro, 1958.

MIGÓN, P. Structural control in the evolution of granite landscape. **Acta Universitatis Carolinae, Geographica**, v. 34, p 19–32, 2004.

MIGÓN, P. **Granite landscapes of the world**. Oxford University Press, New York. 416 pp. 2006.

MOURA-FÉ, M. M. **Evolução Geomorfológica da Ibiapaba setentrional, Ceará: Gênese, Modelagem e Conservação**. Tese de Doutorado (PPGG –UFC), Fortaleza-CE, 2015. 307p.

NASCIMENTO, J. L. X.; SALES JÚNIOR, L. G.; SOUSA, A. E. B. A. e MINNS, J. **Avaliação rápida das potencialidades ecológicas e econômicas do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, usando aves como indicadores**. *Ornithologia*, v. 1, n. 1, p. 33-42, 2005.

JACOMINE, P.K.T.et al. **Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do estado do Ceará**. Recife: Ministério da Agricultura; SUDENE, 1973. v. 1, 301p. (Boletim Técnico, 28). (Série Pedologia, 16 .). Convênio de mapeamento de solos MA/DNPEA-SUDENE/DRN. Convênio MA/CONTAP/USAID/ETA.

OLIVEIRA, M. de J. L. de; LUNA, R. M. O papel da alocação negociada de água na solução de conflitos em recursos Hídricos: O caso do conflito pelo uso da água do açude santo antônio de Aracatiçu-CE. **Proceedings of the XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves, Brazil**, p. 12-22, 2013.

SALES, J. C. Analysis of the patos dam in the municipality of sobral in the state of ceará in the northeast semiarid. **International Journal Semiarid**, v. 6, n. 6, 2023.

SANTOS, A. J de, S. **Análise dos sistemas ambientais da sub-bacia hidrográfica do rio jaibaras, Ceará**. 2020. 123. Dissertação (Mestrado Acadêmico)- Universidades Estadual Vale do Acaraú, 2020.

SOARES, F. **Unidades do Relevo como Proposta de Classificação das Paisagens da Bacia do Rio Curu, estado do Ceará**. Tese de Doutorado em Geografia da FFLCH/USP. São Paulo, 2001. 183 p.

SOUZA, M. J. N. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do Estado do Ceará. **Revista de Geologia da UFC**. Fortaleza, n. 1, p. 73-91, jun. 1988.

SOUZA, M. J. N; OLIVEIRA, J. G. B; LINS, R. C; JATOBÁ, L. **Condições Geoambientais do semiárido Brasileiro**. *Ci. & Tróp.*, Recife; v. 20, n. 1, p. 173-198, jan./jun. 1992.

ROCHA, H. S.; MAIA, R. P.; OLIVEIRA, V. P. V. Patrimônio Geomorfológico da Unidade de Conservação Pedra da Andorinha, Sobral-Ceará. **Revista GeoUECE(Online)**, v. 08, n. 14, p.276-293, jan./jun. 2019. ISSN 2317-028X.

RODRIGUES, J.M.D. **Análise dos Sistemas Ambientais da sub-bacia hidrográfica do Rio Bom Jesus, Taparuaba, Ceará, Brasil.** 2016. 181 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico)- Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2016.

RODRIGUES, W.F., 2018. **Evolução Geomorfológica do Inselberg Pedra da Andorinha, Taparuaba, Sobral, Brasil.** Dissertação (Mestrado). Fortaleza. Universidade Federal do Ceará

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia, FFLCH-USP**, n. 6. São Paulo, 1992.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** São Paulo: Contexto, 1990. 88p.

SANTOS, F. L. A. **Bases Geográficas ao Zoneamento Ecológico-Econômico do Planalto da Ibiapaba:** Municípios de Tianguá e Ubajara- Noroeste do Ceará. 2015. 218 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico ou Profissional em XX) – Universidade Estadual do Ceará, 2015.

SANTOS, F. L. A.; NASCIMENTO, F. R. Geomorfologia como critério para identificação de classes de solos e unidades fitogeográficas no Planalto da Ibiapaba - Noroeste do Ceará. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 21, p. 136-155, 2019.

SILVA, J. B. e CAVALCANTE, T. C. **Atlas escolar, Ceará: espaço geo-histórico e cultural.** João Pessoa: Grafset, 2004.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço de zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L. C., SOUZA, M. J. N., MORAES, J. O. (orgs). **Compartimentação territorial e gestão regional do estado do Ceará.** Fortaleza: Editora FUNECE, 2000.

SOUSA, M. J. N. **Contexto Geoambiental do Semiárido do Ceará: Problemas Perspectiva.** In FALCÃO SOBRINHO, J. COSTA FALCÃO, C. L.(Orgs.)Semiárido: Diversidades, fragilidades e potencialidades.Sobral: Sobral Gráfica, 2006.

SOUSA, M. J. N. Contribuição aos Estudos das Unidades Morfoestruturas do estado do Ceará. In: Revista de Geologia/UFC. Fortaleza, 1988.

TORRES, M.V.; FALCAO SOBRINHO, J.. O relevo na análise ambiental da bacia hidrográfica do rio Coreaú, Ceará, Brasil. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 1, n. 2, 30 de setembro de 2020, p. 62-111

TORQUATO, J. R.; NETO, J. de A. N. Historiografia da região de dobramentos do Médio Coreaú. **Brazilian Journal of Geology**, v. 26, n. 4, p. 303-314, 1996.

TRICART, J. **Principes et Méthodes de la géomorphologie.** Paris, Masson et Cie Editeurs. 1965.

TWIDALE, C. R., ROMANÍ, J. R V. On the multistage development of etch forms. **Geomorphology**, v. 11, p. 107-124, 1994.

TWIDALE, C. R. Granitic inselbergs: domed, block-strewn and castellated. **The Geographical Journal**, v. 147, n. 1, p. 54-71, 1982.

TWIDALE, C. R.; ROMANÍ, J. R. V. **Landforms and Geology of Granite Terrains**. Boca Ratón, USA: CRC Press, 2005. 362 p.

XAVIER, Rafael Albuquerque. Processos geomorfológicos e evolução da paisagem no semiárido brasileiro. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 7, n. 1, p. 59-69, 2021.

XIMENES, A. V. S. F. M. O perímetro irrigado Ayres de Souza: apontamentos e discussões. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 169–180, 2020. DOI: 10.35701/rcgs.v22n2.440. Disponível em: [//rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/440](http://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/440). Acesso em: 11 fev. 2023.