

## Componentes Ambientais no Médio Curso do Rio Itapecuru no Município de Caxias – Ma

### Environmental Components in the Middle Course of the Itapecuru River in the Municipality of Caxias - Ma

Cristiane da Silva Lima<sup>1</sup>

Celia Alves de Souza<sup>2</sup>

Quésia Duarte Silva <sup>3</sup>

Thales Ernildo de Lima<sup>4</sup>

#### RESUMO

O médio curso do rio Itapecuru no município de Caxias – Maranhão encontra-se na região nordeste do país e a leste do Estado do Maranhão e é considerada como a segunda maior bacia hidrográfica do estado do Maranhão. O objetivo do estudo foi caracterizar as unidades geoambientais (geologia, geomorfologia, pedologia e clima,) do rio Itapecuru no município de Caxias – Maranhão. O procedimento foi pautado em levantamento de dados secundários, estes, arquivos vetoriais e relatórios/manuais técnicos do CPRM, IBGE e SiBCS. A análise dos dados resultou na identificação das unidades geoambientais. As ocorrências geológicas presentes na área de estudo são: Formação Corda; Formação Motuca (Grupo Balsas); Formação Sardinha; Grupo Barreiras; Grupo Itapecuru; Depósitos Aluvionares e; Unidade Sedimentos Pós-Barreiras. As unidades geomorfológicas: Patamar de Caxias; Planalto Dissecado do Itapecuru e Tabuleiros e; Planícies e Terraços Fluviais. As classes de solos mapeadas conforme a Embrapa são: Plintossolo Pétrico Concrecionário, com maior abrangência; Plintossolo Argilúvico Distrófico; Latossolo Amarelo Distrófico; Argissolo Acinzentado Distrófico e; Neossolo Quartzarônico órtico. Em relação aos aspectos climáticos, a área se encontra sobre o clima Tropical Zona Equatorial, com temperaturas superiores a 18°C em todos os meses, com variações pluviométricas que variam de 100 a 120 mm.

**Palavras-Chave:** Caracterização Geoambiental; Geologia; Geomorfologia; Pedologia; ; Pedologia; Rio Itapecuru.

- 1 Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais/UNEMAT. [cristiane-silva89@hotmail.com](mailto:cristiane-silva89@hotmail.com) . ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6435-2572>
- 2 Professora orientadora no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais /UNEMAT. / [celialves@unemat.br](mailto:celialves@unemat.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9068-9328>.
- 3 Professora Dra. da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Brasil / [quesiasilva@professor.uma.br](mailto:quesiasilva@professor.uma.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4496-3426>
- 4 Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia/UNEMAT. [lima.thales@outlook.com](mailto:lima.thales@outlook.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8494-0192>

## ABSTRACT

The middle course of the Itapecuru River in the municipality of Caxias - Maranhão is in the northeast region of the country and east of the State of Maranhão, it is considered the second largest hydrographic basin in the state of Maranhão. The objective of the study was to characterize the geoenvironmental units (geology, geomorphology, pedology and climate) of the Itapecuru river in the municipality of Caxias - Maranhão. The procedure was based on a survey of secondary data, these being vector files and technical reports/manuals from CPRM, IBGE and SiBCS. Data analysis resulted in the identification of geoenvironmental units. The geological occurrences present in the study area: Corda Formation; Motuca Formation (Balsas Group); Sardine Formation; Barriers Group; Itapecuru Group; Alluvial Deposits; Post-Barrier Sediment Unit. The geomorphological units: Patamar de Caxias; Dissected Plateau of Itapecuru and Tabuleiros; River Plains and Terraces. The soil classes mapped according to Embrapa: Plintisol Pétrico Concrecionario, with greater coverage; Dystrophic Clay Plintisol; Dystrophic Yellow Latosol; Dystrophic Gray Ultisol; Orthic Quartzaronic Neosol. Regarding the climatic aspects, the area is in the Tropical Equatorial Zone climate, with temperatures above 18°C in all months, with rainfall variations ranging from 100 to 120 mm.

**Keywords:** Geoenvironmental characterization; Geology; Geomorphology;; Pedology; Itapecuru River.

## INTRODUÇÃO

A bacia de drenagem é uma unidade geomorfológica importante, pois nela interagem os fatores físicos, biológicos, econômicos e sociais. Sob o ponto de vista do auto-ajuste, pode-se deduzir que as bacias hidrográficas integram uma visão de conjunto do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas. Mudanças significativas em qualquer dessas unidades podem gerar alterações, como impactos à jusante e nos fluxos energéticos, afirma (CUNHA, 2008).

O médio curso do rio Itapecuru no município de Caxias – Maranhão encontra-se localizado na região nordeste do país e a leste do Estado do Maranhão. Posiciona-se na mesorregião leste maranhense e na microrregião do Itapecuru, ocupa uma área de 5.313.10 Km<sup>2</sup>. A cidade fica a 365 quilômetros da capital do estado, São Luiz. Caxias possui um total de 155.129 mil habitantes residentes no município (IBGE, 2010).

Segundo o relatório CODEVASF (2019), a toponímia da bacia hidrográfica do rio Itapecuru é de origem indígena. Seu nome quer dizer “caminhos de pedra grande”. O rio tem suas principais

nascentes localizadas no Parque Estadual Mirador, e apresenta uma extensão de 897,24 km<sup>2</sup>. É considerada a segunda maior bacia hidrográfica do estado do Maranhão, sendo de grande importância econômica e social para o estado.

Nesta perspectiva, devido a demanda de consumo dos recursos hídricos, faz-se necessário estudar os componentes ambientais, colocando em exposição os dados das unidades geológicas, geomorfológicas e pedológicas. Segundo Marques (2013 p. 45), “o meio ambiente tem sido uma das grandes preocupações da humanidade”. E na busca por desenvolvimento e melhorias na qualidade de vida e na tentativa de conservar o patrimônio que a natureza nos proporcionou, é de suma importância uma visão integrada entre as relações que o homem estabelece com a natureza, para buscar novas visões de planejamento e integrar a dependência que a sociedade tem da natureza. É nas pesquisas ambientais, excelente ferramenta para proporcionar um diagnóstico, que a sociedade deve pautar novos planejamentos.

Sobre o aspecto apresentado, autores como Gonçalves et al, (2019) destacam as preocupações sobre a segurança hídrica em detrimento de ações antrópicas pressionando o meio natural; Silva e Farias (2007) descreveram os processos naturais em diferentes escalas, discutindo as condicionantes geoambientais; Christofolletti (1999) socializou seu conhecimento sobre o sistema físico ambiental; Souza (2004; 2012) reforça a necessidade do conhecimento das unidades geoambientais como subsídio a compreensão dos processos erosivos sobre os cursos hídricos; entre outros.

Pelo exposto, o objetivo do estudo foi caracterizar as unidades geoambientais (geologia, geomorfologia, pedologia e clima) do rio Itapecuru no município de Caxias – Maranhão.

## **METODOLOGIA**

A área de estudo corresponde a rede de drenagem do rio Itapecuru, no município de Caxias – MA, com a área de 3.429,65 km<sup>2</sup>. A mesma, encontra-se sobre as coordenadas geográficas de 4° 45' 00" a 5° 18' 30" de latitude Sul e 43° 45' 30" a 43° 00' 00" longitude Oeste. A área de estudo descrita acima, está inserida no médio curso do rio Itapecuru, segundo Souza e Silva (2022):

O médio curso da bacia do rio Itapecuru encontra-se na zona de transição dos climas semiáridos do Nordeste para os úmidos equatoriais da Amazônia. As precipitações anuais variam de 1.200 a 1.400mm, com maiores índices de pluviosidade no período de outubro a abril e menores no período de junho a setembro. O volume de chuva aumenta de montante para jusante, com maiores índices no noroeste do médio curso da bacia, afirmam (SOUZA; SILVA, 2022, p. 53).

### PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O procedimento realizado para este estudo foi pautado em levantamento de dados secundários, estes, arquivos vetoriais e relatórios/manuais técnicos. Portanto, foram utilizados os dados do CPRM, IBGE e SiBCS.

#### *OCORRÊNCIAS GEOLÓGICAS*

Os dados das unidades geológicas foram coletados na base de dados geodiversidade do CPRM datado em 2013, disponível no sítio eletrônico <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/14689>. Os dados vetoriais correspondem a todo o Estado do Maranhão sobre a escala de 1: 250.000. O relatório técnico traz a descrição de todas as unidades geológicas presentes no estudo, somando-se a metodologia utilizada para a confecção dos produtos cartográficos.

#### *OCORRÊNCIAS GEOMORFOLÓGICAS*

O produto cartográfico gerado para a caracterização geomorfológica foi extraído da plataforma geociências do IBGE, sobre o sítio eletrônico <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>, datados em 2021 sobre a escala 1: 250.000. Os dados secundários documentais das unidades geomorfológicas foram construídos sobre os dados tabulados do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE, publicado em 2002.

#### *OCORRÊNCIAS PEDOLÓGICAS*

Os dados de solos foram extraídos, também, pela plataforma geociências do IBGE, datados em 2021 sobre a escala 1: 250.000. Os dados documentais utilizados metodologicamente para a

confeção e descrição dos dados foram extraídos da publicação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS, publicado em 2018 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa.

### *CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS*

Os dados de clima foram obtidos através da plataforma geociências do IBGE, datados em 2021 sobre a escala 1: 250.000. Enquanto a variação pluviométrica foi obtida por meio da aquisição das médias anuais de todas as estações pluviométricas do Estado do Maranhão (17 estações) sobre a escala temporal de 20 anos (2001 - 2021). A espacialização pluviométrica foi obtida por meio da realização de Interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância – IDW.

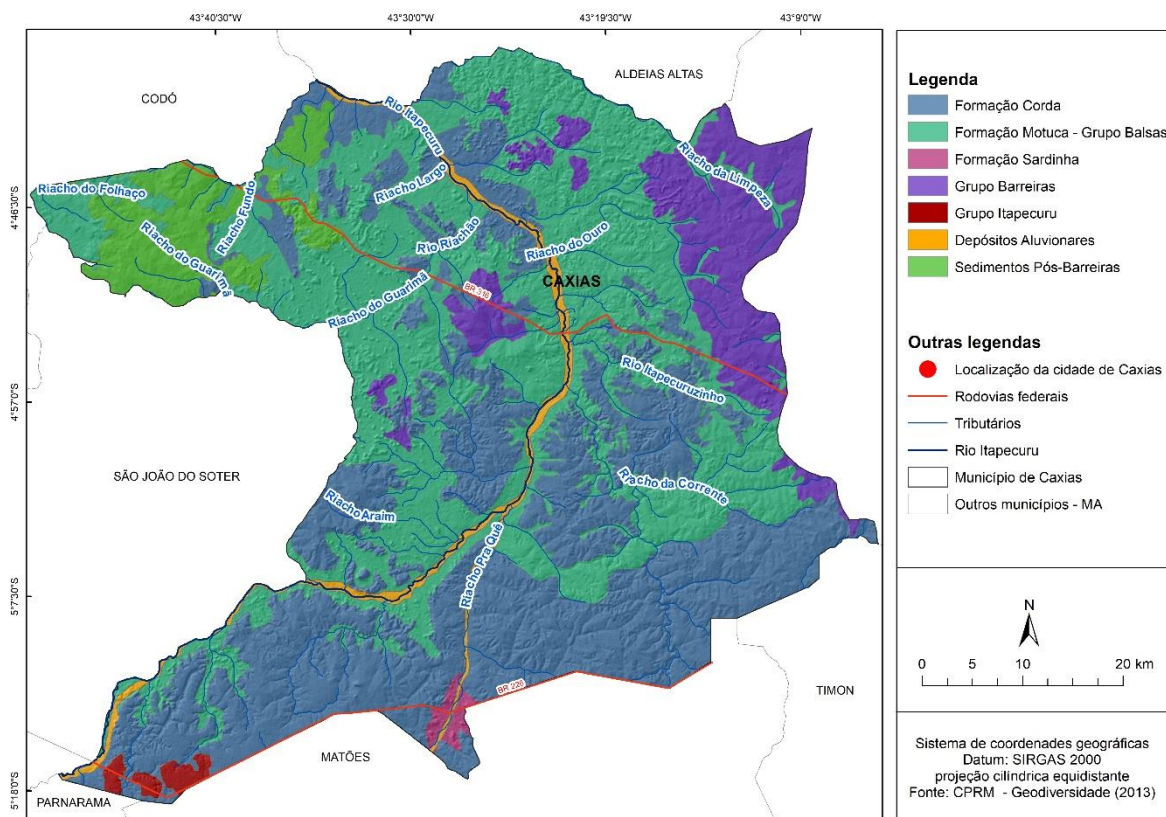
## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### ASPECTOS GEOLÓGICOS

A área de estudo compreende três formações, sendo elas: Formação Corda; Formação Motuca, pertencente ao Grupo Balsas; e Formação Sardinha. E dois grupos, sendo, Grupo Barreiras e Grupo Itapecuru. Os demais são Depósitos Aluvionares e Unidade Sedimentos Pós-Barreira.

O município de Caxias corresponde ao domínio da bacia sedimentar fanerozoica (Bacia do Parnaíba). Segundo Silva (2020), a Bacia do Parnaíba é constituída por 5 grandes sequências sedimentares, sendo então: Siluriana (Grupo Serra Grande); Mesodevoniana-Eocarbonífera, corresponde ao (Grupo Canindé); Neocarbonífera-Eotriássica (Grupo Balsas); Jurássica-Eocretácea, referente à (formações Pastos Bons e Corda); e cretácea, equivalente às formações (Grajaú, Codó, Ipixuna e Grupo Itapecuru), sendo formações alternadas ou separadas a que as sequências sedimentares compreendem. Há rochas básicas toleíticas triássico-jurássicas da Formação Mosquito e cretáceas da Formação Sardinha (Figura 1 e Tabela 1).

Figura 1 - Unidades geológicas de Caxias - MA



Fonte: CPRM (2013).

Tabela 1 – Unidades Geológicas do município de Caxias - MA

Unidades Geológicas	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Formação Corda	1.352,59	39,44
Formação Motuca - Grupo Balsas	1.430,31	41,70
Formação Sardinha	17,89	0,52
Grupo Barreiras	326,41	9,52
Grupo Itapecuru	24,06	0,70
Depósitos Aluvionares	85,34	2,49
Unidade Sedimentos Pós-Barreiras	193,05	5,63

Elaborado pela autora (2023).

Estudos realizados por Paraense (2017) sobre a bacia do Parnaíba e sua evolução Paleozoica relataram que a bacia sedimentar abrange uma área de 665.888 km<sup>2</sup>, e possui 3.500 m de espessura. Sendo distribuída entre os estados Piauí, Maranhão, Pará, Tocantins, Bahia e Ceará. Para Vaz et al., (2007), ela desenvolveu-se sobre um embasamento continental durante o Estádio de Estabilização da Plataforma Sul-Americana. Conforme o autor, a bacia mencionada foi e “continua sendo objeto de estudos sedimentológicos, estratigráficos, geofísicos e de recursos minerais e energéticos”.

Portanto, a rede de drenagem do rio Itapecuru que corta o município de Caxias é totalmente influenciada pela geologia presente na área de estudo, atuando na morfologia dos canais fluviais. E apresenta uma morfologia mista de leito-misto rochoso aluvial.

#### *FORMAÇÃO CORDA*

A Formação Corda ocupa 39,44% da área e é composta por Arenito, Argilito, Folhelho e Siltito Argiloso, que corresponde aos sedimentos do domínio das coberturas sedimentares e vulcanos sedimentares mesozoicas e paleozoicas, pouco a moderadamente consolidadas, associadas à grandes e profundas bacias sedimentares do tipo sinéclise, (ambientes deposicionais: continental, marinho e desértico). Não apresenta deformações tectônicas. Sua textura caracteriza-se predominantemente arenosa (CPRM, 2013).

Esta Unidade corresponde às rochas da era mesozoica, que surgiram com a fragmentação do supercontinente Pangeia, onde ocorreu um grande evento tectonomagmático, responsável pela separação atual dos continentes que influenciou na fragmentação da África e América do Sul. Este evento ocasionou magmatismo e deposição de outra sequência de rochas na Bacia Sedimentar do Parnaíba. Portanto, a Formação Corda é formada por arenitos depositados em sistema desértico, com colaboração lacustre interdunas e fluvial. Esses arenitos apresentam idades que variam entre 161 a 125 Ma (CPRM, 2013).

#### *FORMAÇÃO MOTUCA - GRUPO BALSAS*

A Formação Motuca ocupa 41,70% da área e é composta pelas rochas Arenito, Argilito, Siltito, Calcário e Evaporito, classificadas como rochas Sedimentares, também pertencentes ao

Domínio das coberturas sedimentares e vulcanos sedimentares Mesozoicas e Paleozoicas, pouco a moderadamente consolidadas, associadas a grandes e profundas bacias sedimentares do tipo Sinéclise (ambientes deposicionais: continental, marinho e desértico). Não apresenta deformações tectônicas. E apresenta textura variável de arenoso a argilo-siltoso (CPRM, 2013).

Estudos realizados por Ribeiro, Melo e Verissimo (2001, p. 42) ressaltam que a Formação Motuca “inicialmente foi determinada por Plummer (1946), e que ela contém pelitos de cor vermelho-tijolo, apresenta estratificação plano-paralela, apresentando bancos tabulares de arenitos cinza-esbranquiçados e calcários com nódulos de gipsita fibrosa, de aspecto mosqueado”.

Os Integrantes litológicos dessa formação, devido à falta de estruturas indicativas de águas rasas e agitadas, podem ser explicados como depósitos de tração e suspensão, denominados lacustrinos, relacionados a poucos pulsos litorâneos em um sistema desértico. “A fase evaporítica continental condicionou a geração dos calcários Motuca [...]. O clima na época da deposição deve ter sido fortemente oxidante, tendo em vista a predominância de sedimentos vermelhos ferruginosos”, afirmam os autores (RIBEIRO; MELO; VERISSIMO, 2001, p. 42).

### *FORMAÇÃO SARDINHA*

A Formação Sardinha apresenta ocorrência de que 0,52% da área é composta por Basalto e Gabro, rochas de origem ígnea do Domínio vulcanismo fissural do tipo platô. Não apresenta deformações tectônicas e apresenta textura predominantemente argilosa.

Segundo Ribeiro, Melo e Verissimo (2001), esta formação foi designada por Aguiar (op. cit.) para determinar os basaltos. O autor posicionou estratigraficamente essa unidade acima da Formação Corda e abaixo da Formação Itapecuru. Góes et al., (1993) destacam que a Formação Sardinha corresponde às rochas da era mesozoica. Portanto, é composta por corpos de diabásio (rocha vulcânica). E sua idade varia de 150 a 110 Ma (Cretáceo Superior), conforme (CPRM, 2013). (Figura 7).

### *GRUPO BARREIRAS*



O Grupo Barreiras ocupa 9,52% da área e apresenta em sua litologia rochas como Biocalcirrudito, Margas, Calcilitos e Biohermitos, Arenitos, Arenitos friáveis e localmente Conglomerados, estas, classificadas dentro da classe sedimentar, pertencentes ao Domínio dos sedimentos Cenozoicos, pouco a moderadamente consolidados, associados à tabuleiros. Não apresenta deformações tectônicas. E sua textura caracteriza-se por ser variável de arenoso a argilo-siltoso.

Segundo o RadamBrasil (1973), a datação do Grupo Barreiras corresponde ao período terciário. São constituídos por sedimentos elásticos mal selecionados, variando entre siltitos a conglomerados. Suas cores predominam o amarelo e o vermelho, porém, variam de um local para outro. Os arenitos, na sua grande maioria, são caulínicos com lentes de folhelho.

Estudos realizados por Arai (2006) destacam que entre 23 e 11 Ma (Mioceno Inferior) ocorreu grande elevação do nível do mar, fenômeno que proporcionou a deposição de sedimentos integrantes responsáveis pela formação das rochas do Grupo Barreiras, formados por arenitos com grandes quantidades de intercalações de folhelhos de origem fluvial, estuarina e marinha (Geodiversidade), o que representa o processo de evolução tectonossedimentar, que corresponde às rochas encontrados no grupo Barreiras.

#### *GRUPO ITAPECURU*

O grupo Itapecuru ocupa 0,70% da área de estudo. As rochas que correspondem a esse Grupo são compostas por Conglomerado, Arenito, Arenito Arcoseano, Argilito, Folhelho, Silito, etc., de origem sedimentar pertencentes ao Domínio das coberturas sedimentares e vulcanossedimentares Mesozoicas e Paleozoicas, pouco a moderadamente consolidadas, associadas a grandes e profundas bacias sedimentares do tipo sinéclise (ambientes deposicionais: continental, marinho e desértico). Não possui deformações tectônicas. Apresenta textura variável de arenoso a argilo-siltoso (CPRM, 2013).

### *DEPÓSITOS ALUVIONARES*

Os Depósitos Aluvionares correspondem a 2,49% da área. São formados pelos sedimentos Areia, Cascalho, Argila e Silte, de origens relacionadas às rochas sedimentares, pertencentes ao Domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso. Há ausência de deformações tectônicas.

Segundo dados do (CPRM, 2013), os Depósitos Aluvionares são compostos por areias e argilas, que são transportadas e depositadas por rios e igarapés ao longo do canal e planície, desde os últimos 10 mil anos.

Estudos realizados no Maranhão por Silva (2020) destacaram que os Depósitos Aluvionares são formados pelos sedimentos clásticos inconsolidados atuais (holocênicos), correlacionados às planícies aluvionares atuais dos rios maiores, como é o caso do rio Itapecuru, presente na área de estudo, e dos pequenos igarapés. Sua origem é estritamente fluvial, composto por sedimentos clásticos arenosos e argilosos inconsolidados, com poucos níveis de cascalho e matéria orgânica.

### *UNIDADE SEDIMENTOS PÓS-BARREIRAS*

A Unidade Sedimentos Pós-Barreiras corresponde a 5,63% da área. É uma Unidade formada apenas por sedimentos do tipo Areia e Argila. Suas rochas são de origem sedimentares pertencentes ao Domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso. Apresenta, também, ausência de deformações tectônicas.

Estudos realizados por Klein e Sousa (2012) registraram como Sedimentos Pós-Barreiras os depósitos que cobrem de forma desigual o Grupo Barreiras e apresentam horizontes de perfis das Coberturas Lateríticas Imaturas. É formado por areias de cores amareladas e marrons, apresentando dimensão média em torno de 2 m a 5 m, bem selecionadas, com granulometria fina a média, principalmente maciças.

Os autores relatam que não há, até o momento, datação para essa unidade no estado do Maranhão. Portanto, relataram que essa deposição dos Sedimentos Pós-Barreiras aconteceu no final do Pleistoceno até o Holoceno Médio a Tardio (SILVA, 2020).

Os autores Sousa e Silva (2021, p. 67), ao estudarem as características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e densidade de drenagem no médio curso do rio Itapecuru relataram que o médio curso da bacia possui expressiva disponibilidade hídrica superficial na bacia. Afirmam que as “densidades de drenagem muito alta e alta concentram-se no sul e oeste do médio curso, sendo influenciadas pelas formações geológicas, destacando-se as seguintes rochas: diabásio, siltitos, folhelhos, calcários, sillexitos, basaltos e argilitos, siltitos”.

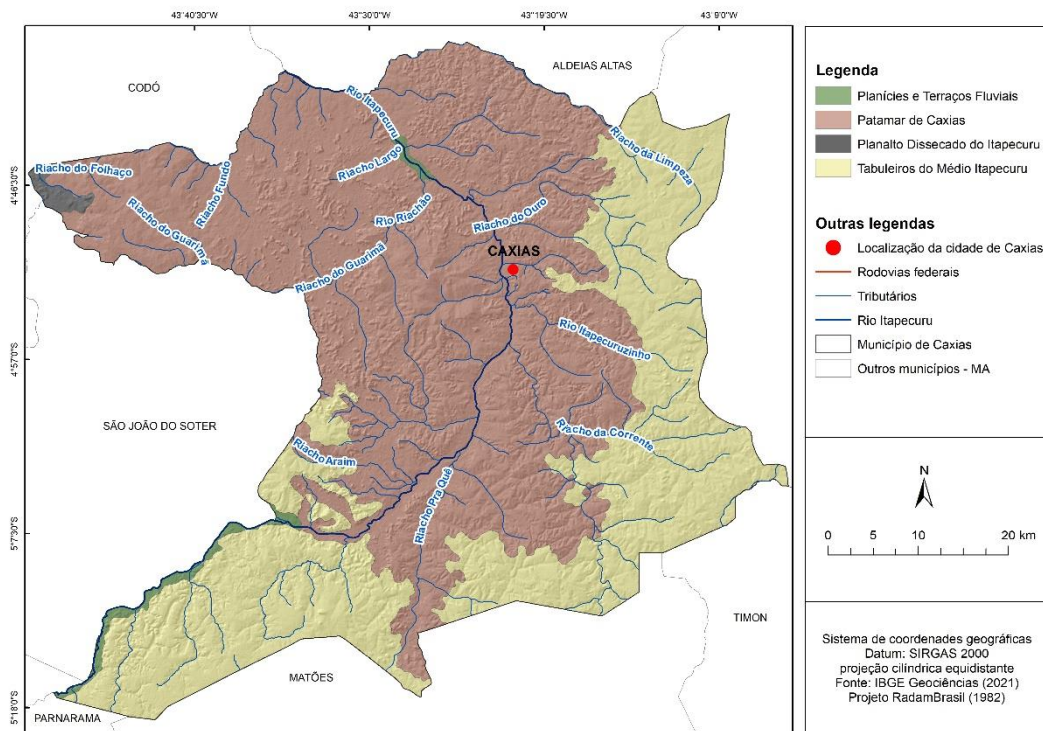
### ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

As Unidades geomorfológicas Patamar de Caxias (2.128,36 km<sup>2</sup>), Planalto Dissecado do Itapecuru (17,14 km<sup>2</sup>) e Tabuleiros do Médio Itapecuru (1.244,98 km<sup>2</sup>) correspondem ao domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas, localizadas na região de Baixo Planalto e Tabuleiros do Médio Rio Itapecuru, constituem 98,86% da área total mapeada. E a Unidade Planícies e Terraços Fluviais (38,67 km<sup>2</sup>) corresponde ao domínio dos Depósitos Sedimentares do Quaternário, presente regionalmente em Formas Agradacionais Atuais e Subatuais Interioranas, equivalendo apenas 1,13% da área total em estudo.

Segundo dados do CPRM (2013), as Superfícies Tabulares das Bacias dos Rios Itapecuru têm por base arenitos cretáceos das formações Corda e Itapecuru, cobertas por coberturas detrito-lateríticas. “Esse domínio está representado por extenso planalto alçado em altitudes modestas e submetido a processo diferencial de entalhamento e denudação, promovendo progressiva destruição da superfície tabular original” (CPRM, 2013 p. 46).

Büdel (1982) Registra que a evolução do relevo para esse domínio é calcada em gradual desmantelamento de um baixo planalto e é firmado por crostas detrito-lateríticas sobrepostas a arenitos friáveis fortemente intemperizados e “pode ser perfeitamente explicado por processos de etchplanação em regiões tropicais úmidas e semiúmidas, conforme preconizado”. (CPRM, 2013). (Figura 2).

*Figura 2 - Mapa de Geomorfologia do município de Caxias – MA*



Fonte: IBGE (2021).

Os dados referentes à geomorfologia apresentados no projeto RadamBrasil (1973), registram que as feições morfológicas da região estão diretamente relacionadas aos fatores paleoclimáticos e litológicos regionais. Na área de pesquisa foi constatado (4) Unidades Geomorfológicas, sendo: Patamar de Caxias, com maior abrangência, ocupando (62,06%) da área; Tabuleiros do Médio Itapecuru, que compreende (36%); Planalto Dissecado do Itapecuru (0,50%); e as Planícies e Terraços Fluviais, que correspondem a (1,13%) da área, conforme demonstrado na (Tabela 2).

*Tabela 2 – Unidades Geomorfológicas do município de Caxias - MA*

Unidades Geomorfológicas	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Patamar de Caxias	2.128,36	62,06
Tabuleiros do Médio Itapecuru	1.244,98	36,30
Planalto Dissecado do Itapecuru	17,14	0,50
Planícies e Terraços Fluviais.	38,67	1,13

Elaborado pela autora (2023).

### *PATAMAR DE CAXIAS*

A unidade Patamar de Caxias é a maior, ocupando 62,06 % da área. Corresponde aos domínios das Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas, de região do Baixo Planalto e Tabuleiros do Médio Rio Itapecuru. Apresenta categoria homogênea e tabular de natureza dissecado, com características dissecados homogêneos ou diferenciais. E sua forma corresponde a topos tabulares, conforme o (IBGE, 2002).

### *TABULEIROS DO MÉDIO ITAPECURU*

A Unidade Tabuleiro do Médio Itapecuru ocupa 36.30% da área. Corresponde ao Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas, região do Baixo Planalto e Tabulares do Médio Rio Itapecuru. Corresponde às categorias Homogêneas convexas de natureza dissecada e características dissecadas homogêneas ou diferenciais. Sua forma corresponde a topos convexos, segundo o (IBGE, 2002).

### *PLANALTO DISSECADO DO ITAPECURU*

A Unidade Planalto Dissecado do Itapecuru ocupa apenas 0,50% da área. Essa unidade corresponde ao domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas, de região de Baixo Planalto e Tabuleiros do Médio Rio Itapecuru. Equivale à categoria dos Pediplano retocado desnudado, de natureza aplanamento e características retocadas desnudado com forma de pediplano, segundo o (IBGE, 2002).

### *PLANÍCIES E TERRAÇOS FLUVIAIS*

As Planícies e Terraços Fluviais ocupam 1,13% da área de estudo. Corresponde ao domínio dos Depósitos Sedimentares do Quaternário, pertencente a regiões de Formas Agradacionais Atuais e Subatuais Interioranas, de categoria que representa planície fluvial de natureza de acumulação e de característica fluvial, conforme o (IBGE, 2002).

Autores como Barbosa, Novaes Pinto (1973) e Ross (1985) relataram em seus estudos que:

O relevo do estado do Maranhão é caracterizado por um conjunto de superfícies tabulares desdobradas, de forma complexa, em diferentes cotas altimétricas, alçadas por processo diferencial de soergimento tectônico pós-cretácico da Bacia



Tabela 3 - Unidades Solo do município de Caxias - MA

Unidades Solo	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Plintossolo Pétrico Concrecionario	1.233,42	35,96
Plintossolo Argilúvico Distrófico	589,95	17,20
Latossolo Amarelo Distrófico	1.064,11	31,03
Argissolo Acinzentado Distrófico	311,24	9,07
Neossolo Quartzarênico órtico	230,93	6,73

Elaborado pela autora (2023).

### *PLINTOSSOLOS PÉTRICOS CONCRECIONÁRIOS ARGISSÓLICOS*

O Plintossolos Pétricos Concrecionários argissólicos, conforme o mapeamento, corresponde a 35,96% da área de pesquisa. São os solos com maior abrangência no município de Caxias. São solos formados por material mineral, possuindo horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário.

Segundo Silva (2020), ao analisar um perfil do Plintossolos Pétrico no Maranhão, relata que a unidade litoestratigrafica da qual corresponde, são solos que apresentam detrito-lateriticas da época pleistocênica, sobre material pelítico da Formação Itapecuru do período Cretáceo.

A pedregosidade foi registrada como muito pedregoso, com cerca de 40% calhaus. O relevo regional corresponde ao suave ondulado e destacaram que os Plintossolos Pétricos Concrecionários apresentam uma drenagem imperfeita e não é considerado rochoso. Nas observações de campo, os pesquisadores registraram presença de seixos rolados no perfil até cerca de 60 cm da superfície, indicando sua natureza Coluvionar (SILVA, 2020).

Segundo o relatório do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (2018), o Plintossolos Pétricos Concrecionários argissólicos se inicia dentro de 40 cm da superfície; ou dentro de 200 cm da superfície, quando precedidos de horizonte glei ou logo abaixo do horizonte A, E; ou de outro horizonte que demostre cores pálidas, variadas ou com abundante porção de mosqueado. São Solos que retratam horizonte B textural ou tem caráter argilúvico dentro de 150 cm a partir da superfície, coincidente ou não com o horizonte concrecionário (SIBCS, 2018).

### *PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS DISTRÓFICOS*

As classes do solo Plintossolos Argilúvicos Distróficos, conforme mapeamento, correspondem a 17,20% da área. O SiBS (2018) conceitua essa classe como solos minerais, formados sob condições de limitação à percolação da água, suscetíveis ao excesso de umidade, com efeito temporário e excedente de umidade. De maneira geral, são solos imperfeitos ou mal drenados, e que se caracterizam basicamente por apresentar intensa plintitização com ou sem petroplintita.

Anjos et al. (2007), ao estudarem as classes, caracterização e classificação de plintossolos no Município de Pinheiro - MA, destacam em seus estudos que o arenito ferruginoso da Formação Itapecuru corresponde o material de origem. Pertence ao Cretácio Inferior ou de sedimentos do Quaternário coluviais e aluviais, depositados em áreas mais baixas da paisagem.

Segundo o SiBCS (2018), plintossolos são solos com saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B e/ou C, (inclusive BA ou CA). Para Anjos et al., (2007), os Plintossolos predominam em praticamente todos os domínios com formas de relevo plano e suave ondulado. São solos considerados de moderadamente a bem drenados e que apresentam fertilidade natural, que pode variar conforme a acidez deposicional da Formação Itapecuru.

Conforme relatório de Silva (2020), realizado no Estado do Maranhão, os pesquisadores, ao descreverem o perfil de solo MA-03, deixaram algumas observações relacionadas à esse solo. Relataram que foram constatados poucos nódulos subarredondados de manganês no horizonte E. Os pesquisadores registraram ainda que houve:

Dúvida se o material vermelho, com padrão reticulado, no horizonte Crf é realmente plintita ou apenas mosqueado resultante da segregação do ferro na própria rocha em decomposição. E o teste de dissolução dos nódulos em recipiente com água se desfez em pouco tempo, sugerindo, portanto, tratar-se de mosqueado e não de plintita, conforme estabelece o SiBCS (SILVA, 2020, p. 239).

### *LATOSSOLOS AMARELOS DISTRÓFICOS*

Os latossolos representam a classe com maior área de ocorrência em todo o estado do Maranhão, que corresponde a 35% do território. No município de Caxias, predomina a classe dos Latossolos Amarelos Distróficos, que corresponde a 31,03% da área de estudo, sendo o segundo com maior ocorrência. Segundo Silva (2020), os solos são bem drenados e profundos, e que foram produzidos em relevo de baixos platôs, sendo apoiados por coberturas detríticas de idade neógena.



E os Latossolos são solos formados por material mineral, expondo horizonte B latossólico, predominado de todo tipo de horizonte A, dentro de 200 cm a começar da superfície do solo, ou entre 300 cm se o horizonte A corresponde mais que 150 cm de espessura, conforme (SIBCS, 2018).

Os Latossolos Amarelos Distróficos são solos com saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, (inclusive BA). Sua característica é um solo bem drenado e com baixa fertilidade natural, argilosos, espessos e lixiviados, em clima equatorial úmido a subúmido.

Segundo Fontana et al., (2016), ao estudarem as características e atributos de latossolos sob diferentes usos na região Oeste do estado da Bahia, relataram que os latossolos sob vegetação de cerrado apresentam horizonte subsuperficial adensado. E com o uso agrícola, pode se transformar ainda mais compactado, denso e superficial. Os pesquisadores concluíram que os horizontes compactados, sob o uso agrícola:

Apresentou estrutura maciça, com consistência seca muito dura ou extremamente dura, e maiores valores de densidade do solo, o que leva ao desenvolvimento de grandes torrões na superfície dos solos quando estes são revolvidos com baixa umidade (FONTANA, 2016, p. 1.464).

#### *ARGISSOLO ACINZENTADO DISTRÓFICO*

Segundo Silva (2020), a classe dos Argissolos corresponde a segunda com maior ocorrência em todo o estado do Maranhão, equivalente a 18% do estado. Em Caxias, as classes de Argissolos correspondem ao Argissolo Acimentado Distrófico, que corresponde a 9,09% da área do município. Conforme o mapeamento, essa ocorrência está presente em todo o curso longitudinal do rio Itapecuru.

Os Argissolos correspondem a solos com textura B, apresenta argila de baixa ou alta atividade, desde que associado com baixa ou aspecto alumínio. A Base desse solo apresenta evolução bastante desenvolvida, com incompleta atuação de processos de fertilização, ou vermiculita com hidróxi-Al no meio das camadas na vigência de agitação de argila da parte superior do solo, com concentração ou acúmulo em horizonte subsuperficial (SIBCS, 2018).

Os critérios que apresentam nesse solo são desenvolvimento de horizonte diagnóstico B textural, em junção com atributos que constata a baixa ou alta da atividade da fração argila, desde que agregada com saturação por bases baixa ou com presença de caráter alumínico (SIBCS, 2018).

### *NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS ÓRTICOS*

Os Neossolos Quartzarênicos Órticos correspondem a 6,73% da área de estudo. São solos com menos de 20 cm de espessura e não demonstra nenhum tipo de horizonte B. São formados por material mineral ou material orgânico pouco denso, sem grandes variações em relação ao material de origem e em função da baixa ação dos processos pedogenéticos (SIBCS, 2018).

No relatório CPRM (2013), denominado Geodiversidade do Maranhão, relatam que os Neossolos Quartzarênicos Órticos predominam em superfícies aplainadas, formadas a partir dos atuais fundos de vales. São solos basicamente quartzosos, bastante profundos, com baixa adesão e coesão entre suas partículas, e baixo potencial de retenção de umidade e de nutrientes. Há ocorrência de espécie vegetal, florestas estacionais decíduas e cerrados.

### ASPECTOS CLIMÁTICOS

O estado do Maranhão está localizado espacialmente em área de transição climática entre o Nordeste semiárido e a Amazônia quente e úmida. A sua posição geográfica e extensão territorial contribui com sistemas meteorológicos variados, os quais influenciam em períodos específicos do ano em determinadas regiões do estado. E esses aspectos influenciam na variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial em todo o estado (SILVA, 2020).

O clima é um dos importantes fatores que influenciam na formação dos solos, estudar as variabilidades climáticas é importante para a avaliação ecológica, ambiental e as potencialidades agrícolas para uma determinada região, afirma (SILVA, 2020).

Souza e Silva (2021), ao estudarem o médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, entre as cidades Colinas e Caxias, relataram que a área se encontra na zona de transição climática, (semiáridos do Nordeste para os úmidos equatoriais da Amazônia). Os maiores índices

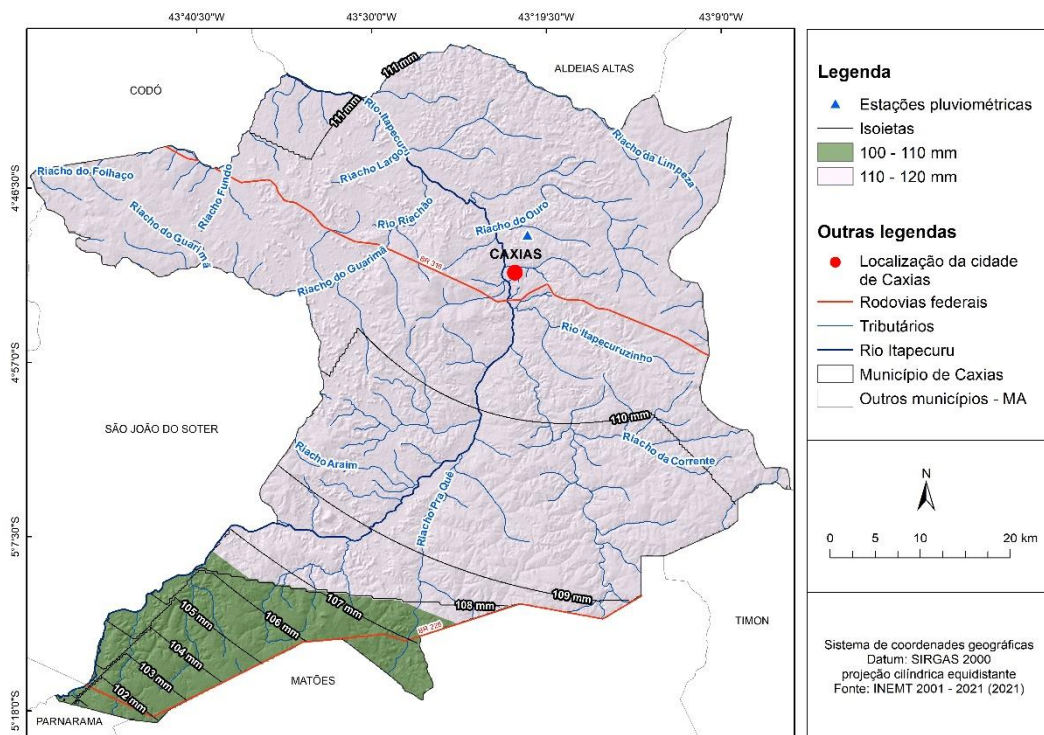
pluviométricos ocorrem entre os meses de outubro a abril, e as menores ocorrências de julho a setembro, com precipitação anuais que variam entre 1.200 a 1.400mm.

A área de estudo, conforme a classificação climática de Nimer (IBGE, 2021), corresponde a Tropical Zona Equatorial. A umidade caracteriza-se como semi-árido, e a distribuição da umidade compreende 6 meses secos, sendo os demais meses úmidos. A temperatura mantém-se quente-médio, com valores superiores a 18°C em todos os meses.

Terassi e Tommaselli (2016, p. 884) ressaltam que o método de Nimer “classifica o clima de forma quantitativa, utilizando-se da temperatura e precipitação, e qualitativamente, por considerar a quantidade de meses secos (distribuição da pluviosidade) e a circulação atmosférica”.

Os dados obtidos no mapeamento demonstraram que a área de estudo comporta as duas zonas pluviais; ao sul o índice pluviométrico variou de 100 a 110 mm, enquanto majoritariamente, no restante da área de estudo, os valores apresentaram leve acréscimo (110 a 120 mm).

*Figura 2 - Distribuição espacial da precipitação no médio curso do rio Itapecuru Caxias -MA*



Fonte: INMET 2001 – 2021 (2021).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As formações geológicas presente na área de estudo são Formação Corda, Formação Motuca e Formação Sardinha. E há dois grupos, sendo eles: Grupo Barreiras e Grupo Itapecuru. Os demais são Depósitos Aluvionares e Unidade Sedimentos Pós-Barreira. A formação com maior abrangência registrada na área de estudo é a Formação Motuca, que ocupa (41,70%), e a menor, Formação Sardinha, presente em apenas (0,52%) da área. A geologia influencia nas características e composição dos solos, além disso, influencia na disponibilidade hídrica da bacia.

As unidades geomorfológicas mapeadas na área de estudo foram quatro (4), a de maior abrangência, com (62,06%), corresponde a unidade Patamar de Caxias. E a unidade que registrou a menor área foi Planalto Dissecado do Itapecuru.

As classes de solos registradas foram: o Plintossolo Pitrico Concrecionário predomina na grande maioria, ocupando (35%) da área. Enquanto o solo com a menor abrangência foi o Neossolo Quartzarênico órtico, que corresponde a (6,73%) da área.

Em relação aos aspectos climáticos, a área se encontra na zona de transição climática, sobre o clima Tropical Zona Equatorial, com temperaturas que se mantêm em quente-médio, com valores superiores a 18°C em todos os meses, com índice pluviométrico ao sul variando de 100 a 110 mm, enquanto majoritariamente no restante da área de estudo os valores apresentaram leve acréscimo (110 a 120 mm).

O estudo permitiu realizar um levantamento das características ambientais (geologia, geomorfologia, solo e clima) e os resultados expostos podem contribuir quanto aos subsídios para planejamentos socioeconômicos no município de Caxias-MA.

## REFERÊNCIAS

- ANJOS, L. H. C. et al. Caracterização e classificação de Plintossolos no município de Pinheiro-MA. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 5, p. 1035-1044, 2007.
- ARAI, M.A. Grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do grupo Barreiras. *Geol. USP, Sér. cient.*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, out. 2006.
- BARBOSA, G. V; NOVAES PINTO, M. Geomorfologia. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SB.23 Teresina e parte da folha SB.24 Jaguaribe; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1973. p. 1-26. (Levantamento de Recursos Naturais, 3).
- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais, Ed. Edgard Blücher, 1999.
- CODEVASF. Plano Nascente Itapecuru: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia hidrográfica do rio Itapecuru. Brasília: Codevasf, 2019. 180 p.
- CPRM. Geodiversidade do estado do Maranhão / Org. Iris Celeste Nascimento. – Teresina: CPRM, 2013.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 8 ed. Rio de Janeiro: ed. Bertrand Brasil, 2008. p. 211 – 234.
- FONTANA, A. et al. Características e atributos de Latossolos sob diferentes usos na região Oeste do Estado da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, p. 1457-1465, 2016.
- GÓES, A.M.O.; TRAVASSOS, W.A.; NUNES, K.C. **Projeto Parnaíba**: reavaliação da bacia e perspectivas exploratórias. Belém: PETROBRAS, 1993. v. 1.
- GONÇALVES, L. R. et al, Contribuições da natureza para a qualidade de vida. In: JOLY, C. A. et al, 1º **Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade & Serviços Ecossistêmicos**. 2019. 178 p.

GUERRA, A. T.; GUERRA, J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 9ª ed.- Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2011. 650 p.

IBGE CIDADES. **Caxias – MA**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: fev. 2021.

IBGE. Instituto brasileiro de Geografia e estatística. **Geociências: Geomorfologia**. Base de dados. 2021. Acessado em: 30 de jun. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia.html> acesso em 15 jul 2023

IBGE. Instituto brasileiro de Geografia e estatística. **Geociências: Clima**. Base de dados. 2021. Acessado em: 30 de jun. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/clima.html>

IBGE. Instituto brasileiro de Geografia e estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2009. 175 p.

KLEIN, E. L.; SOUSA, C. S. (orgs.). **Geologia e recursos minerais do estado do Maranhão**: texto explicativo. Belém, PA: CPRM, 2012. 150 p. Escala 1:750.000.

MARQUES, J. S. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 12ª ed- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 474 p.

RADAMBRASIL, Projeto. **Folha SB. 23** Teresina e parte da folha SB. 24 Jaguaribe: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Departamento Nacional da Produção Mineral, 1973.

RIBEIRO, J.A.P.; MEMO, F.; VERISSIMO, L.S. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Caxias. Folha SB.23-X-B. Estado do Piauí e Maranhã – Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 2001. 86 p.

ROSS, J.L.S. **Relevo brasileiro**: uma nova proposta de classificação. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 4, p. 25-39, 1985.

SiBCS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SILVA, M. B. et al. **Guia de campo da XIII Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos**: RCC do Maranhão. Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E), 2020.

SILVA, M. D.; FARIAS, E. S. O. Relevo como fator controlador da paisagem aplicado ao estudo de unidades ambientais homogêneas em sistemas naturais ocupados por empreendimento florestais de grande porte no Sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Anais...** do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG, 23 a 28 de setembro de 2007.

SOUZA, C. A. (Org.). **Bacia hidrográfica do rio Paraguai, MT: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental**. São Carlos: Editora Cubo, 2012.

SOUZA, C. A.; SILVA, Q. D. Médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão: características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e densidade de drenagem. **Revista Ciência Geográfica**, v. 26, n. 01, p. 51-71, 2022.

SOUZA, C. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taimã-MT**. 2004. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 173 f. 2004.

TERASSI, P. M, B.; TOMMASELLI, J. T. G. Avaliação de sistemas de classificação climática para a vertente paranaense da bacia hidrográfica do rio Itararé. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 47, p. 877-896, 2016.