

# MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU, MARANHÃO: CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS, GEOMORFOLÓGICAS, PEDOLÓGICAS E DENSIDADE DE DRENAGEM<sup>1</sup>

MIDDLE COURSE OF THE HYDROGRAPHIC BASIN OF THE ITAPECURU RIVER, MARANHÃO: GEOLOGICAL, GEOMORPHOLOGICAL, PEDOLOGICAL AND DRAINAGE DENSITY CHARACTERISTICS

CURSO MEDIO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ITAPECURU, MARANHÃO: CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS, GEOMORFOLÓGICAS, PEDOLÓGICAS Y DE DENSIDAD DE DRENAJE

Célia Alves Souza<sup>2</sup>  
Quésia Duarte Silva<sup>3</sup>

**RESUMO:** O estudo dos componentes ambientais de uma bacia hidrográfica é importante, pois mostra como interagem entre si e sua contribuição para o sistema fluvial. Este trabalho teve como objetivo apresentar os aspectos geológicos geomorfológicos, pedológicos e a influência na densidade de drenagem no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, no estado do Maranhão. As informações dos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos foram extraídas das bases de dados: Relatório do Projeto do Radam, Relatório do Levantamento da Biodiversidade do Estado do Maranhão (CPRM) e do IBGE. Os mapas foram elaborados no software *ArcGIS*. Registrou-se quatro Grupos geológicos, oito formações geológicas e três coberturas sedimentares. O relevo é constituído por oito unidades, destacando-se o Planalto Dissecado do Itapecuru e os Tabuleiros no Médio Itapecuru. Predominam os Latossolo Amarelo Distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e o Plintossolo Pétrico Concrecionário. A densidade de drenagem variou de baixa a muito alta.

**Palavras-chave:** Componentes Ambientais. Rio Itapecuru. Densidade de drenagem.

**ABSTRACT:** The study of the environmental components of a hydrographic basin is important, as it shows how they interact with each other and their contribution to the river system. This work aimed to present the geomorphological and pedological geological aspects and the influence on the drainage density in the middle course of the Itapecuru

1 Resultado do projeto de pesquisa financiado pelo Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional (PDCTR – FAPEMA/CNPq).

2 Pesquisadora bolsista no Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional – PDCTR. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9068-9328>. E-mail: [celiaalvesgeo@globocom.com](mailto:celiaalvesgeo@globocom.com).

3 Professora no Curso de Geografia e no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4496-3426>. E-mail: [quesiasilva@professor.uema.br](mailto:quesiasilva@professor.uema.br).

Artigo recebido em julho de 2021 e aceito para publicação em novembro de 2021.

river basin, in the state of Maranhão. Information on geological, geomorphological and pedological aspects were extracted from the following databases: Radam Project Report, Maranhão State Biodiversity Survey Report (CPRM) and IBGE. The maps were created using ArcGIS software. Four geological groups, eight geological formations and three sedimentary covers were recorded. The relief consists of eight units, highlighting the Dissecado Itapecuru Plateau and the Tablelands in the Middle Itapecuru. The Dystrophic Yellow Latosol, Eutrophic Red-Yellow Ultisol and the Concretionary Petric Plinth are predominant. The drainage density ranged from low to very high.

**Keywords:** Environmental Components. Itapecuru River. Drainage density

**RESUMEN:** El estudio de los componentes ambientales de una cuenca hidrográfica es importante, ya que muestra cómo interactúan entre sí y su contribución al sistema fluvial. Este trabajo tuvo como objetivo presentar los aspectos geomorfológicos y pedológicos geológicos y la influencia en la densidad de drenaje en el curso medio de la cuenca del río Itapecuru, en el estado de Maranhão. La información sobre aspectos geológicos, geomorfológicos y pedológicos se extrajo de las siguientes bases de datos: Informe del Proyecto Radam, Informe de la Encuesta de Biodiversidad del Estado de Maranhão (CPRM) e IBGE. Los mapas se crearon en el software ArcGIS. Se registraron cuatro grupos geológicos, ocho formaciones geológicas y tres cubiertas sedimentarias. El relieve consta de ocho unidades, destacando la Meseta de Itapecuru Dissecado y las Mesetas en el Itapecuru Medio. Predominan el Latosol Amarillo Distrófico, el Ultisol Rojo-Amarillo Eutrófico y el Zócalo Pétrico Concrecionario. La densidad de drenaje varió de baja a muy alta.

**Palabras clave:** Componentes ambientales. Río Itapecuru. Densidad de drenaje.

## INTRODUÇÃO

Esta pesquisa aborda as características ambientais e a densidade de drenagem no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, no Maranhão, o qual abrange aproximadamente uma área de 26.015 km<sup>2</sup> e o rio percorre 246,81 km de extensão em áreas de serras, chapadas, vales e planície.

Segundo Suguio e Bigarella (1990), os elementos físicos ambientais: climático, recobrimento florestal, bem como a capacidade de infiltração (solo), influência geológica e geomorfológica interferem diretamente no condicionamento do escoamento superficial (deflúvio) em uma bacia hidrográfica, indicando a quantidade total das águas das precipitações que alcançam o canal fluvial.

O estudo das características ambientais de uma bacia hidrográfica é um instrumento de pesquisa que permite conhecer a sua estrutura e o seu funcionamento. Essas particularidades estão relacionadas aos aspectos geológicos, às formas de relevo, aos processos geomorfológicos e às propriedades hidrológicas e climáticas, assim como a biota e o uso da terra (TORRES; MARQUES NETO; MENESES, 2012).

O relevo de uma bacia hidrográfica é resultado de um processo de formação geomorfológica que ocorre ao longo do tempo. Em uma bacia, o relevo é caracterizado desde os topos e morros que formam os divisores de água nas partes mais altas, até o talvegue na linha sinuosa no fundo de vale nas partes mais baixas por onde flui a água dos rios (RODRIGUES *et al.*, 2008).

De acordo com Soares e Silva (2005), o solo é formado por material orgânico e mineral, que ocupa a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, podendo ser encontrado com cobertura vegetal natural ou ter sido modificado por atividades humanas.

Por intermédio de dados morfométricos, arrola-se um conjunto de informações de grande valia ao direcionamento de ações de conservação de corpos d'água. Possibilita o conhecimento preciso de morfologia, tornando-se fundamental para a elaboração de planos de mitigação em áreas de erosão, assoreamento e recuperação da qualidade da água em ambientes fluviais (RESCK; BEZERRA NETO; COELHO, 2007).

Segundo Cardoso *et al.* (2006), o estudo da densidade de drenagem indica a maior ou menor velocidade com que a água escoar para o exultório. Dessa forma, indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, ou seja, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia.

O estudo teve como objetivo apresentar os aspectos geológicos geomorfológicos, pedológicos e a influência na densidade de drenagem no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, entre as cidades de Colinas e Caxias, no estado do Maranhão.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru situa-se entre as cidades de Colinas e Caxias, no estado do Maranhão, com posicionamento geográfico de 43°00' a 44°30' de latitude S e 4°30' a 6°30' de Longitude W. Abrange aproximadamente uma área de 26.015km<sup>2</sup>, o rio principal percorre áreas de serras, chapadas, vales e planície.

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.

### **Procedimentos metodológicos**

Realizou-se um levantamento bibliográfico teórico-conceitual acerca das temáticas, sendo consultados materiais diversos: artigos publicados em periódicos, livros, dissertações e teses. Consultaram-se sites e documentos de órgão públicos como IBGE, CPRM e prefeituras.

## Ocorrências geológicas

As informações sobre as ocorrências geológicas foram obtidas no Relatório do Projeto do Radam (1973) e no Relatório do Levantamento da Biodiversidade do Estado do Maranhão (CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2013). Para elaboração do mapa das ocorrências geológicas, usou-se a base dados vetoriais da CPRM, na escala de 1:2.500.000 do mapeamento do Projeto CRPM (Geodiversidade do estado do Maranhão).

## Aspectos geomorfológicos

Para obter informações sobre o relevo do médio curso da bacia do rio Itapecuru usou a base de dados do IBGE (2011). O mapeamento geomorfológico foi realizado a partir do georreferenciamento do mapa geomorfológico do IBGE (2011) do estado do Maranhão, na escala de 1:400.000, cujos dados foram importados para *ArcGis* 10.6. Posteriormente, houve a sobreposição de camada do recorte da área de estudo. A partir dessa referência, foi criado outro vetor representando cada uma das unidades geomorfológicas. Após esse procedimento, foi possível aferir as áreas das unidades geomorfológicas.

## Solos

Os solos do médio curso da bacia foram descritos e mapeados em documento publicado em 1986 (JACOMINE, 1986) como resultado de levantamento executado pela Coordenadoria Regional do Nordeste do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS) da Embrapa. O mapa de solos foi elaborado a partir da base de dados do IBGE (2019), disponível na escala de 1:250.000 e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos SiBSCS (EMBRAPA, 2018).

Os dados/arquivos foram processados e manipulados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizando a extensão *ArcMap* do software *ArcGIS*, versão 10.6.

## Densidade de drenagem

A obtenção/elaboração do mapa de densidade de drenagem do médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru foi realizada, partindo da inserção e recorte da rede de drenagem. Selecionaram-se todos os registros (rios) presentes na tabela de atributos, sucedendo a mesclagem dos registros em um único item. Posteriormente, utilizando o SIG *ArcGis* 10.1, foi executado o seguinte diretório: *ArcToolbox* -> *Spacial Analyst Tools* -> *Density* -> *Line Density*.

O processamento dos dados seguiu a avaliação de parâmetros por experimentos; ou seja, definiu-se o tamanho do pixel (200) e o raio de proximidade das linhas de drenagem (12.000 m), que apresentaram as seguintes respostas de densidade: 0 - 0,5 km/km<sup>2</sup> (baixa), 0,51-2,5 km/km<sup>2</sup> (média), 2,51-4,0 km/km<sup>2</sup> (alta) e 4,01-5,5 km/km<sup>2</sup> (muito alta). Essa técnica foi utilizada pelos autores Pontini (2020) e Lima (2021).

Conforme Villela e Mattos (1975, p. 16), “pode-se afirmar que este índice varia de 0,5 km/km<sup>2</sup>, para bacias com drenagem pobre, a 3,5 km/km<sup>2</sup>, ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas”.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, registram-se quatro grupos geológicos (Balsas, Barreiras, Itapecuru e Mearim), oito formações geológicas e três coberturas sedimentares, com predomínio das rochas da Formação Corda (48,44%).

Quanto às formas de relevo, possui oito unidades, com destaque o Planalto Dissecado do Itapecuru (42,7%) e os Tabuleiros no Médio Itapecuru (36,28%). Quanto à cobertura pedológica, salientam-se os Latossolos Amarelo Distrófico (39,31%), Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (20,33%) e o Plintossolo Pétrico Concrecionário (18,12%) (Quadro 1).

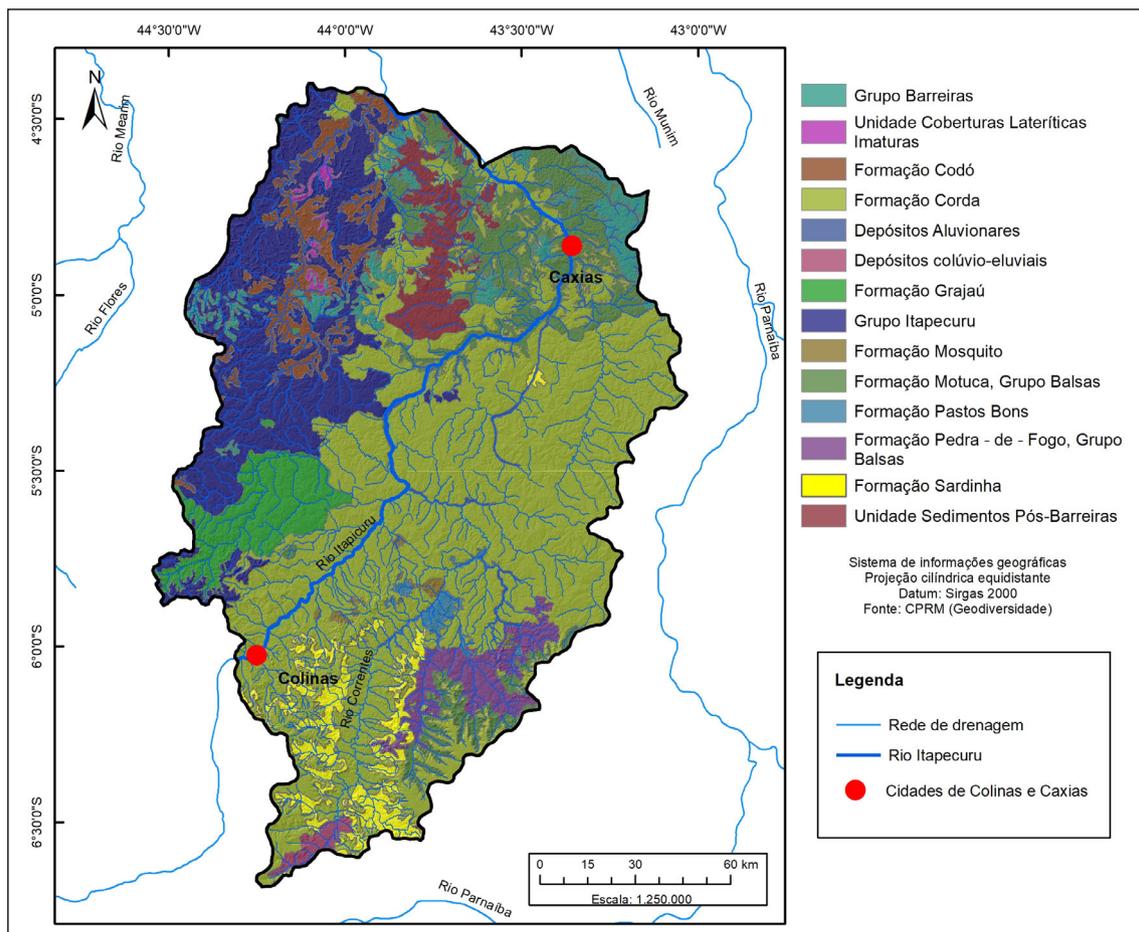
**Quadro 1.** Síntese dos elementos ambientais (relevo, geologia e solos) que compõem o médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru

Relevo	Geologia	Solos
Planalto Dissecado do Itapecuru	Grupo Barreiras, Grupo Itapecuru, Formação Pastos Bons Formação Corda Formação Codó Formação Sardinha Formação Motuca Coberturas Lateríticas Imaturas Depósitos Aluvionares Unidade Sedimentos Pós-Barreiras	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico Argissolo Acinzentado Distrófico Plintossolo Pétrico Concrecionário Plintossolo Argilúvico Distrófico Plintossolo Háptico Distrófico Neossolo Quartzarênico Órtico Luvissole Háptico
Tabuleiros no Médio Itapecuru	Grupo Barreiras Grupo Itapecuru Formação Mosquito Formação Pastos Bons Formação Corda Formação Motuca (Grupo Balsas) Formação Pedra-de-Fogo (Grupo Balsas) Depósitos Aluvionares	Latossolo Amarelo Distrófico Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico Plintossolo Pétrico Concrecionário Luvissole Crômico Pálico Neossolo Litólico Distrófico
Patamares do Parnaíba	Formação Corda	Latossolo Amarelo Distrófico Plintossolo Pétrico Concrecionário
Chapada de Barra do Corda	Grupo Itapecuru	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico
Patamar das Cabeceiras do Mearim	Formação Corda; Formação Grajaú	Latossolo Amarelo Distrófico Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico
Vão do Alto Itapecuru	Formação Corda	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, Plintossolo Háptico Distrófico Neossolo Litólico Distrófico
Chapadões do Alto Itapecuru	Formação Sardinha Formação Motuca (Grupo Balsas) Formação Pedra-de-Fogo (Grupo Balsas) Formação Corda; Depósitos colúvio-eluviais	Latossolo Vermelho Distrófico Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Latossolo Amarelo Distrófico Neossolo Litólico Distrófico
Planícies Fluviais	Depósitos Aluvionares	Plintossolo Háptico Distrófico

Fonte: as autoras.

## Ocorrências geológicas

No médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, há várias ocorrências de rochas e depósitos sedimentares, tais como: Grupo Barreiras (912,89 km<sup>2</sup>), Grupo Itapecuru (4.014,09km<sup>2</sup>), Formação Mosquito (101,97 km<sup>2</sup>), Formação Pastos Bons (212,49 km<sup>2</sup>), Formação Corda (12.600,86 km<sup>2</sup>), Formação Grajaú (1.214,4 km<sup>2</sup>), Formação Codó (1.090,11 km<sup>2</sup>), Formação Sardinha (1.147,8 km<sup>2</sup>), Formação Motuca (2.442,57km<sup>2</sup>), Formação Pedra-de-Fogo (774,68km<sup>2</sup>), Coberturas Lateríticas Imaturas (105,89 km<sup>2</sup>), Depósitos Aluvionares (310,57 km<sup>2</sup>), Depósitos colúvio-eluviais (152,64 km<sup>2</sup>) e Sedimentos Pós-Barreiras (933,12km<sup>2</sup>) (Figura 1).



Fonte: Elaborado a partir base dados do Projeto CRPM (Geodiversidade do estado do Maranhão).

**Figura 1.** Ocorrência geológica no médio da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.

Compõem o Grupo Mearim as seguintes formações: Pastos Bons, Corda, Mosquito e Sardinha. As rochas sedimentares das formações: Pastos Bons e Corda datam do Período Jurássico; as rochas vulcânicas formações Sardinha, do Jurássico e Mosquito do Triássico.

## **Formações Corda e Pastos Bons**

Nas formações Corda e Pastos Bons (período Jurássico), do Grupo Mearim, o pacote sedimentar chega à espessura de 200m. A Formação Pastos Bons constituiu-se em ambiente fluvial e eólico e a Formação Corda tem sua constituição em ambiente desértico (CARNEIRO *et al.*, 2012).

A Formação Corda (Grupo Mearim) predomina no médio curso bacia hidrográfica do rio Itapecuru, sendo constituída, predominantemente, por arenitos depositados em sistema desértico; possuem idade variando de 161 a 125 Ma., com contribuição lacustre interdunas e fluvial (CAPUTO, 1984; REZENDE, 2002; VAZ *et al.*, 2007).

O rio Itapecuru no médio curso percorre ao longo do seu perfil longitudinal, maior trecho na Formação Corda, no Planalto Dissecado Itapecuru e nos Tabuleiros.

A Formação Pastos Bons (Grupo Mearim) é constituída por arenitos, siltitos e, predominantemente, por folhelhos depositados em ambiente de lagos interdunas e fluviais (CAPUTO, 1984; REZENDE, 2002). As rochas possuem idade variando de 161 a 145 Ma (Período Jurássico Superior) (VAZ *et al.*, 2007). Essa formação é pouco expressiva no médio curso da bacia do Itapecuru, registrando algumas manchas na sub-bacia do rio Corrente.

## **Formações Mosquito e Sardinha**

No médio curso da bacia hidrográfica do Itapecuru ocorrem duas formações vulcânicas: Mosquito e Sardinha. A Formação Mosquito registra pequenas manchas de forma isolada e a Formação Sardinha é mais expressiva, nas proximidades das nascentes dos afluentes dos rios Itapecuru e Correntes. A Formação Mosquito data da Era Juro-triássica e a Formação Sardinha da Cretácea (GÓES; FEIJÓ, 1994; VAZ *et al.*, 2007).

A Formação Mosquito é composta por derrames de basaltos (rocha vulcânica), de idade que varia de 220 a 150 Ma (Período Triássico Superior ao Jurássico), de acordo com Góes, Travassos e Nunes (1993). Conforme Góes e Feijó (1994), a Formação Mosquito é definida por basalto preto, amigdalidal, toleítico, eventualmente intercalado por arenito vermelho com leitos e sílex. Os autores acrescentam que os sedimentos intercalados indicam uma deposição em sistemas eólicos e lacustres em paleoclima quente e árido, sendo a primeira sedimentação do Grupo Mearim. A maior espessura dessa formação é de aproximadamente 200m. Segundo Santos e Carvalho (2009), os derrames são intercalados por arenitos e correspondem ao ciclo de vulcanismo fissural do Eo-Mesojurássico.

## **Formação Sardinha**

A Formação Sardinha é composta por corpos de diabásio (rocha vulcânica) de idade que varia de 150 a 110 Ma (Cretáceo Superior) (GÓES; TRAVASSOS; NUNES, 1993). Litologicamente, a composição da Formação Sardinha apresenta rochas ígneas e é constituída essencialmente por diabásio e gabro, os quais foram intrudidos sob condições

subaéreas e têm características semelhantes aos da Formação Mosquito, também definida por Aguiar e Nahass (1969).

### **Formação Codó e Grajaú**

A ocorrência das formações Grajaú e Codó está associada à subsidência da Bacia do Parnaíba, no Cretáceo, propiciando um novo ciclo de sedimentação marinha, resultante de uma rápida transgressão, seguida da retirada definitiva do mar, culminando com uma sedimentação continental e o encerramento do ciclo sedimentar. A Formação Grajaú ocorre na sub-bacia do rio Pacumã e a Formação Codó é registrado na sub-bacia do rio Codozinho.

### **Formação Codó**

A Formação Codó compõe o Grupo Mearim e é constituída, predominantemente, por folhelhos negros, argilitos calcíferos, pelitos, calcário e arenito com gipso de ambiente lagunar (PAZ; ROSSETTI, 2001; ROSSETTI *et al.*, 2001). Possui idade variando de 125 a 99 Ma (Período Cretáceo Inferior).

### **Formação Grajaú**

A Formação Grajaú é formada predominantemente por arenitos e conglomerados (LIMA; LEITE, 1978), depositados em ambiente fluvial, deltaico e eólico (MESNER; WOOLDRIDGE, 1964; LIMA; LEITE, 1978). Essas rochas possuem idade variando de 130 a 112 Ma (COSTA NETO *et al.*, 2012).

### **Formação Pedra de Fogo e Formação Motuca (Grupo Balsas)**

As Formações Pedra de Fogo e Motuca, do Grupo Balsas, com deposição na Era Paleozoica, pertencem à Bacia Sedimentar do Parnaíba. A Formação Pedra de Fogo foi constituída em ambiente de planície de maré e a Formação Motuca foi depositada em ambiente lacustre (SILVA *et al.*, 2003).

A Formação Motuca engloba siltitos, arenitos e, subordinadamente, folhelhos, depositados em sistema desértico, com lagos associados (GÓES; FEIJÓ, 1994). A unidade possui idade variando de 253 a 251 Ma, correspondente ao final do Permiano.

A Formação Pedra de Fogo é composta por uma variedade de rochas, como siltitos, folhelhos, calcários e silexitos, depositados em ambiente marinho raso a litorâneo (GÓES; FEIJÓ, 1994). Essa formação possui idade de 299 a 253 Ma (Período Permiano), segundo Dino, Antonieli e Braz (2002). Os arenitos, siltitos e folhelhos intercalam-se em proporções variadas; os arenitos são brancos e amarelos-claros, os siltitos e folhelhos são vermelho-púrpura e verde e os calcários são brancos (BRASIL, 1973).

Registra-se a ocorrência da Formação Pedra de Fogo em manchas isoladas em uma estreita faixa no médio curso da bacia Itapecuru próximo à cidade de Colinas e entre Caxias e Codó.

## Grupo Itapecuru

O Grupo Itapecuru é o segundo em distribuição espacial no médio curso da bacia do Itapecuru. Representa um conjunto de formações composto por variados tipos de rochas, como arenitos, argilitos, siltitos, folhelhos intercalados com arenitos depositados em vários ambientes (fluvial, deltaico e lagunar) (ANAISSE JÚNIOR, 1999; GONÇALVES; CARVALHO, 1996; LIMA; LEITE, 1978). Possui idade variando de 90 a 93 Ma (Cretáceo Superior) (ROSSETTI *et al.*, 2001).

Constitui-se, principalmente, de arenitos de cores diversas, predominando o cinza, róseo e vermelho, finos, argilosos com estratificações cruzadas e silicificações principalmente no topo. Intercalam leitos de siltitos e folhelhos cinza-esverdeados e avermelhados. Em algumas áreas, aparece basalto contendo seixos e basalto alterado (BRASIL, 1973).

## Sedimentos Pós-Barreiras

Os Sedimentos Pós-Barreiras são constituídos por areias inconsolidadas, com pouca argila e seixos, de ambientes eólicos, mangue, fluvial etc. (ROSSETTI *et al.*, 2001). Entre 1.8 Ma e 10 mil anos atrás (Pleistoceno), houve elevação e rebaixamento do nível do mar (OLIVEIRA; SILVA, 2011), situação que possibilitou a deposição dos Sedimentos Pós-Barreiras. São constituídos por sedimentos clásticos mal selecionados, variando de siltitos a conglomerados. As cores predominantes são o amarelo e o vermelho. Os arenitos são em geral caulínicos com lentes de folhelho (BRASIL, 1973).

## Coberturas Lateríticas Imatur

Coberturas Lateríticas Imatur são originadas de lateritos imaturos, argilo-arenosos, representados em afloramentos pelos horizontes mosqueado e/ou pálido. Os lateritos são rochas peculiares, distinguindo-se das demais pela estruturação característica em horizontes mineralógica e quimicamente diferenciados, além dos aspectos texturais, estruturais e outras propriedades físicas (COSTA, 1984).

Para Rodrigues *et al.* (1994), as Coberturas Lateríticas ocupam os níveis mais baixos da topografia, sendo observados três níveis irregulares de conglomerados de canga laterítica, que constituem *stone lines*, caracterizando os episódios de peneplanização que ocorreram desde o Neocretáceo até o Quaternário (Holoceno).

## Depósitos Aluvionares

Os depósitos aluvionares são formados por sedimentos de colorações esbranquiçadas e avermelhadas, finos a médios, quartzosos, com presença de lateritas centimétricas e milimétricas, angulosas a subangulosas. Originam-se pelas atividades dos rios, compreendendo fácies de canal e barras de canal fluvial (VEIGA JUNIOR, 2000).

Os depósitos aluvionares são formados por areias médias, mal selecionadas, quartzosas, submaturas a maduras, apresentando intercalações de pelitos, formando os depósitos de canal, de barras de canal e da planície de inundação dos cursos médios dos rios. Originam-se por processos de tração subaquosa, compreendendo fácies de canal e barras de canal fluvial.

### **Depósitos colúvio-eluviais**

Os depósitos coluvionares são constituídos, predominantemente, por material conglomerático, originados por processos viscosos do tipo fluxo de detritos; constituem fácies de leques aluviais de enxurradas.

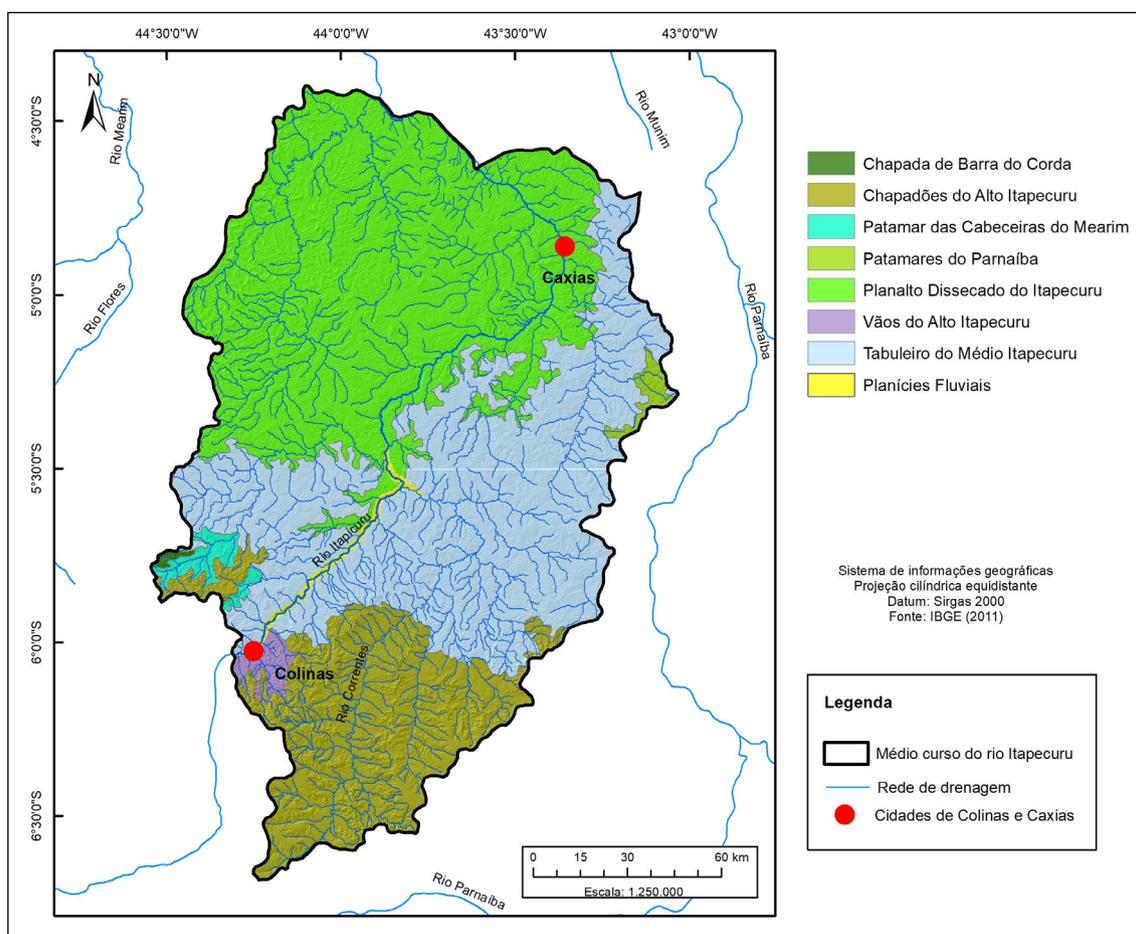
### **Aspectos geomorfológicos**

As informações disponibilizadas pelo IBGE (2011) mostram que, no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, há oito unidades de relevo, sendo que, dessas, o Planalto Dissecado no Itapecuru abrange 11.710 km<sup>2</sup>; os Tabuleiros no Médio Itapecuru perfazem 9.950 km<sup>2</sup>, os Patamares do Parnaíba atingem 181 km<sup>2</sup>; a Chapada de Barra do Corda possui 35 km<sup>2</sup>; o Patamar das Cabeceiras do Mearim, totalizando 311 km<sup>2</sup>; o Vão do Alto Itapecuru atinge 249 km<sup>2</sup>, os Chapadões do Alto Itapecuru totalizam 4.841 km<sup>2</sup> e as Planícies Fluviais abrangem 145 km<sup>2</sup> (Figura 2).

O Planalto Dissecado Itapecuru encontra-se em cotas altimétricas, que variam suas altitudes entre 140 e 200 metros. O planalto possui topos convexos, esculpido em rochas sedimentares, ígneas e metamórficas, com vales bem definidos. No Planalto Dissecado (Grupo Itapecuru e Formação Codó), destaca-se o padrão de drenagem dendrítica, no qual, o canal principal corresponde ao tronco, os tributários aos ramos e as correntes de menor categoria às folhas.

Os Tabuleiros no médio curso do Itapecuru encontram-se na ocorrência geológica da Bacia Sedimentar e Cobertura Sedimentares do Fanerozóicas (IBGE, 1995). O modelado do relevo está associado à dissecação fluvial em litologias diversas. Nessa unidade de relevo, possuem duas formas bem acentuadas, os topos convexos e os tabulares. Três padrões de drenagem estacam paralelas (Formação Corda), dendrítica (Formação Corda) e retangular (Formação Grajau).

As formas de topos convexos foram esculpidas em rochas sedimentares e ígneas, com vales bem definidos. As formas de topos tabulares delineiam feições de rampas suavemente inclinadas e lombadas, em geral esculpidas em cobertura sedimentares inconsolidadas, com vales rasos e vertentes de pequena à média declividade; o processo de dissecação atua sobre a superfície aplanada (IBGE, 2011).



Fonte: Elaborado a partir a base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

**Figura 2.** Unidades geomorfológicas do médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão.

Os Patamares do Parnaíba encontram-se nas cotas altimétricas que variam de 500 a 650m e caracterizam-se por relevos residuais com topo plano, rampas e borda de patamar dissecado em arenitos da Formação Sambaíba, com níveis de sílex e basalto no topo da Formação Mosquito, com intercalação de arenitos.

A Chapada de Barra do Corda encontra-se em cotas altimétricas que variam entre de 80 a 300m; essa unidade engloba seis geofácies e predomina relevo plano com dissecação em lombas e interflúvios tabulares amplos, talhados em coberturas detríticas com níveis lateríticos. O relevo dissecado em colinas encontra-se nos arenitos friáveis da Formação Grajaú. Ao longo de alguns vales, registram-se as litologias basálticas da Formação Mosquito (IBGE, 2011).

O Patamar das Cabeceiras do Mearim encontra-se em níveis altimétricos, que variam de 200 a 500 metros, possui o relevo com planos rampeados, colinas e morros residuais em arenitos da Formação Sambaíba (IBGE, 2011).

A unidade do Vão do Alto Itapecuru corresponde ao relevo Pediplano retocado inumado. Apresenta superfície de aplanamento elaborada durante fases sucessivas de retomada de erosão, sem perder suas características de aplanamento. Os processos geraram

sistemas de planos inclinados; mas, em algumas situações, podem ser levemente côncavos (IBGE, 2011) nas depressões interplanálticas e no sopé de escarpas que dominam níveis de erosão inferiores e eventualmente nos topos de planaltos e chapadas.

Os Chapadões do Alto Itapecuru referem-se ao modelado de aplanamento, apresentando duas subunidades: o Pediplano Degradado Inumado e Superfície de Aplanamento parcialmente conservada, sem continuidade, em consequência de mudanças no sistema morfo genético, apresentando conservado ou levemente dissecado, separado por escarpas ou ressaltos e outros modelados de aplanamentos e de dissecação correspondentes aos sistemas morfo genéticos subsequentes.

A Subunidade Pediplano Retocado Inumado é uma superfície de aplanamento elaborada durante fases sucessivas de retomada de erosão, sem perder suas características de aplanamento. Os processos geraram sistemas de planos inclinados e, em algumas situações, podem ser levemente côncavos. É possível que apresentem rochas pouco alteradas, truncadas pelos processos de aplanamento, que desnudaram o relevo nas depressões interplanálticas e no sopé de escarpas que dominam níveis de erosão inferiores e eventualmente nos topos e planaltos e chapadas (IBGE, 2011).

Nessa unidade, a rede de drenagem possui pequenos cursos de água, apresentando padrão de drenagem paralela, associado à declividade do relevo e à resistência e homogeneidade das rochas da Formação Sardinha.

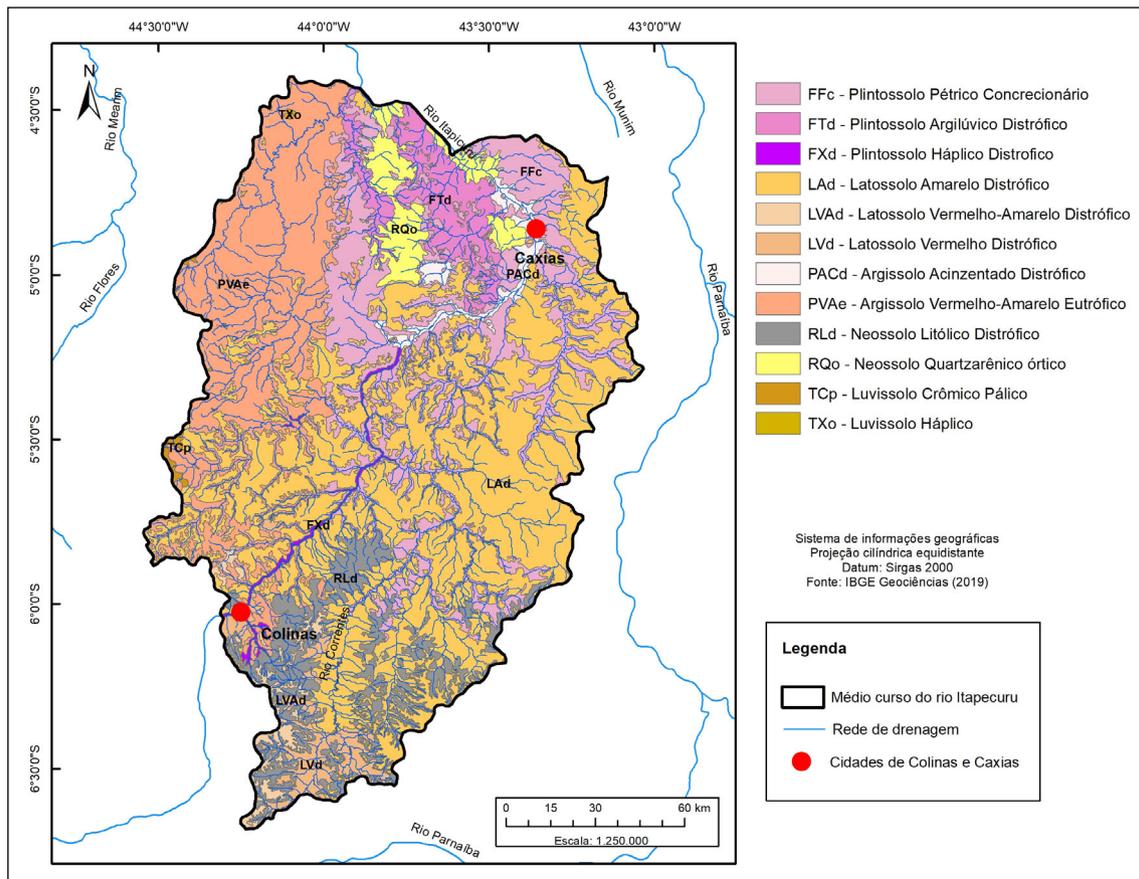
A Planície Fluvial do rio Itapecuru encontra-se em cotas inferiores a 200 metros; apresenta áreas planas resultantes de acumulação fluvial, periódica ou permanentemente alagada. A planície é composta por feições, como terraços, cordões arenosos, meandros abandonados, barras de pontal, barras laterais e centrais, meandros colmatados.

Os Depósitos Aluvionares, que constituem os sedimentos clásticos inconsolidados, relacionados às planícies aluvionares atuais dos principais cursos d'água são, basicamente, depósitos de planícies de inundação. Destacam-se por sua morfologia típica de planícies sedimentares, associadas ao sistema fluvial e são, de modo geral, constituídos por sedimentos arenosos e argilosos, com níveis de cascalho e matéria orgânica, inconsolidados e semiconsolidados (IBGE, 2011). Ocupam uma vasta área ao longo da planície de inundação do rio Itapecuru.

## **Solos**

No médio curso da bacia hidrográfica, o rio Itapecuru registrou 12 classes de solos, assim distribuídas: Plintossolo Pétrico Concrecionário (4.714,69km<sup>2</sup>), Plintossolo Argilúvico distrófico (1.261,51km<sup>2</sup>), Plintossolo Háptico Distrófico (175,85km<sup>2</sup>), Latossolo Amarelo Distrófico (10.226,7km<sup>2</sup>), Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (379,55km<sup>2</sup>), Latossolo Vermelho Distrófico (705,14km<sup>2</sup>), Argissolo Acinzentado Distrófico (447,09km<sup>2</sup>), Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (5.289,9km<sup>2</sup>), Neossolo Litólico Distrófico (1.837,54km<sup>2</sup>), Neossolo Quartzarênico órtico (882,45km<sup>2</sup>), Luvissole Crômico Pálico (61,23km<sup>2</sup>) e Luvissole Háptico (7,24km<sup>2</sup>) (Figura 3).

Os Plintossolos são aqueles constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário. Apresentam horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA), imediatamente abaixo do horizonte A ou E. No médio curso da bacia foram mapeados três tipos: Plintossolo Pétrico Concrecionário, Plintossolo Argilúvico Distrófico e Plintossolo Háplico Distrófico (EMBRAPA, 2006).



**Figura 3.** Classes de solos registradas no médio curso na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.

O Plintossolo Pétrico Concrecionário apresenta camada de concreções de óxido de ferro. O Plintossolo Argilúvico distrófico possui saturação por bases <50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B e/ou C. O Plintossolo Háplico Distrófico possui saturação por bases <50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B e/ou C (EMBRAPA, 2006).

Os Latossolos são os que estão em avançado estágio de intemperização, ocupando as superfícies mais velhas e estáveis da paisagem, são muito profundos e pobres. A intemperização intensa dos constituintes minerais resulta na maior concentração relativa de argilo-minerais resistentes (óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio). São de textura

variável, de média a muito argilosa, porosos, macios e permeáveis, apresentando pequena diferença no teor de argila em profundidade e, comumente, são de baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 2006; SANTOS *et al.*, 2014; 2018; BATISTA; PAIVA; MARCOLINO, 2014).

Os Luvisolos apresentam 350g kg<sup>-1</sup> ou mais de argila, inclusive no horizonte A, com horizonte B nítico abaixo do horizonte A e com argila de atividade baixa ou atividade alta desde que conjugada com caráter alumínico; todos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (SANTOS *et al.*, 2018). No médio curso, a bacia registra as ocorrências de dois tipos de solos, Luvisolo Crômico Pálico e Luvisolo Háptico.

Os Luvisolos são considerados como um grupamento de solos com B textural, com argila de atividade alta e alta saturação por bases. Sua evolução ocorre segundo a atuação do processo de bissialitização conjugada à produção de óxidos de ferro e à mobilização de argila da parte mais superficial, com acumulações em horizontes subsuperficiais (EMBRAPA, 2006).

Os Luvisolos variaram de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos (60 a 120 cm), com nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt, contrastando em textura, cor e/ou estrutura entre eles. Apresentam-se moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos, com a presença de argilominerais do tipo 2:1, indicando atividade alta da argila. Podem apresentar pedregosidade na parte superficial e/ou caráter solódico ou sódico na parte subsuperficial (EMBRAPA, 2006).

Os Argissolos possuem profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados; as cores variam entre avermelhadas, amareladas e brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este. São de forte a moderadamente ácidos e sua fertilidade natural é variável com predomínio de solos de relativa pobreza de nutrientes, embora ocorram em áreas de ótima fertilidade natural (SANTOS *et al.*, 2014; BATISTA, PAIVA, MARCOLINO, 2014). No médio curso, registraram-se o Argissolo Acinzentado Distrófico e o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico.

Os Neossolos são os constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, podendo estar relacionada com uma maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (EMBRAPA, 2006; JACOMINI, 2008; SANTOS, *et al.*, 2014; 2018). Registraram-se, no médio curso, o Neossolo Litólico Distrófico e o Neossolo Quartzarênico órtico.

Os Neossolos Quartzarênicos Órticos são altamente propensos à atuação de processos erosivos em virtude da combinação entre as propriedades do solo e o relevo. Sartori, Lombardi Neto e Genovez (2005) destacam que essa classe dispõe de textura areno-quartzosa, tanto no horizonte A, como no C, são profundos e apresentam alta permeabilidade, baixa compressibilidade e expansividade nula nos horizontes A e C. De

lençol freático profundo (abaixo do horizonte C), caracterizam-se por baixa suscetibilidade à erosão em planícies e alta em colinas e morros (EMBRAPA, 2006).

Conforme pesquisas da Embrapa (2018), os Neossolos Litólicos são típicos de relevos dissecados ou íngremes. Geralmente são solos com restrições à produção agrícola e silvícola, com pequena profundidade e pedregosidade que dificultam a penetração e a exploração de água e nutrientes pelas raízes de plantas.

### **Densidade de drenagem**

No médio curso da bacia do rio Itapecuru, há uma vasta rede de drenagem, com 106 afluentes, destacando-se os rios Correntes, Codozinho, Itapecuruzinho, Pucumã, Riachão e São Domingos.

A densidade de drenagem é um indicador do grau de desenvolvimento do sistema fluvial. A impermeabilidade das rochas e dos solos dificulta a infiltração e a percolação da água, possibilitando maior escoamento superficial, que contribui à ocorrência de valores muito altos de densidade de drenagem. Para Christofolletti (1980), a densidade de drenagem reflete ainda o comportamento hidrológico das rochas, tendo em vista que naquelas onde a infiltração encontra maior dificuldade há condições melhores para o escoamento superficial, gerando possibilidades para a esculturação de canais, obtendo a densidade de drenagem mais elevada.

Os valores de densidade de drenagem no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru ficaram assim distribuídos: 0 a 0,5 km/km<sup>2</sup> - baixa; 0,51 a 2,5 km/km<sup>2</sup> - média; 2,51 a 4,0 km/km<sup>2</sup> alta e; 4,01 a 5,5 km/km<sup>2</sup> - muito alta. Ao se comparar os valores de densidade de drenagem obtidos com as ocorrências litológicas e pedológicas, verificou-se que as diferenças de valores da densidade de drenagem estão associadas às características das rochas (o grau de resistência dos extratos rochosos, fraturas, porosidade) e solos (textura, porosidade consistência). Não foi possível avaliar a influência do relevo na densidade de drenagem, o que pode ser justificado pela predominância de planalto (planalto dissecado, tabuleiros, patamares, chapadas) no médio curso.

As densidades de drenagem alta (2,51-4,0 km/ km<sup>2</sup>) e muito alta (4,01 a 5,5 km/km<sup>2</sup>) acontecem nas formações geológicas Sardinha (diabásio), Pedra de Fogo (siltitos, folhelhos, calcários e silexitos), Mosquito (basaltos) e Pastos Bons (folhelhos, arenitos, siltitos).

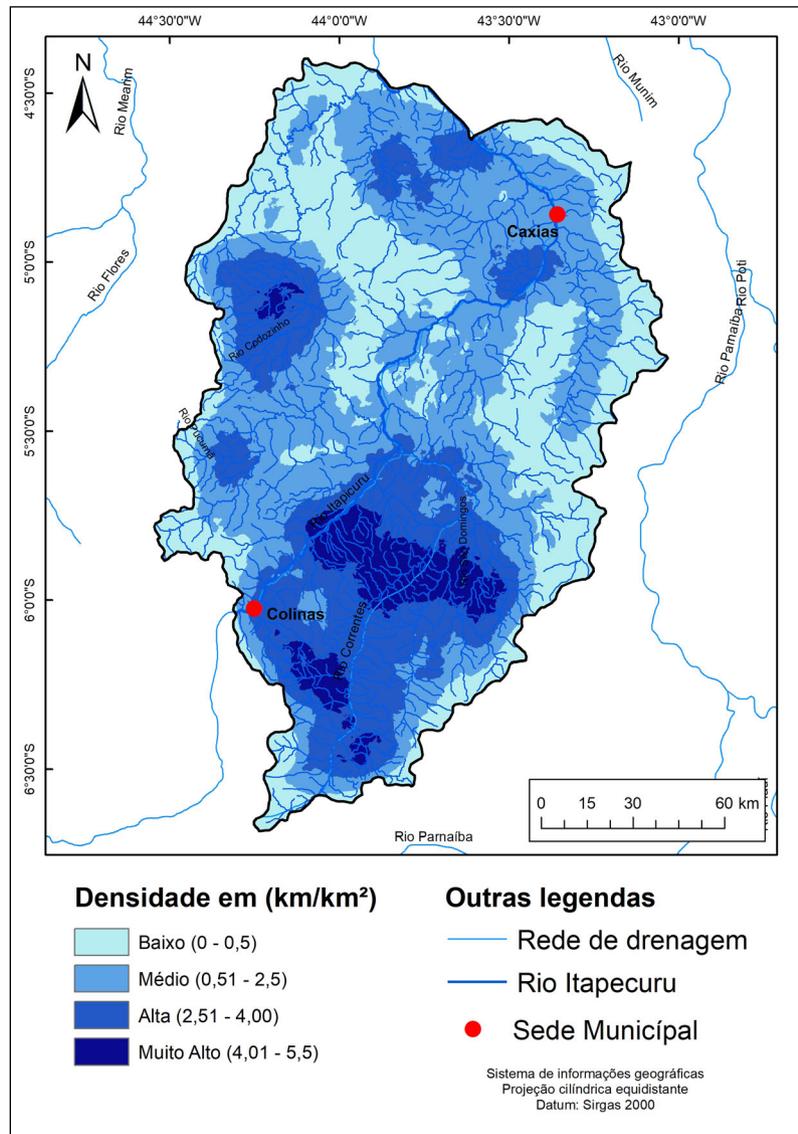


Figura 4. Densidade de drenagem no médio curso na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.

Nas coberturas pedológicas Plintossolo Pétrico Concrecionário, Plintossolo Argilúvico Distrófico, Plintossolo Háptico Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Neossolo Litólico Distrófico, a composição litológica e as características dos solos tornaram difícil a infiltração e possibilitaram maior escoamento superficial, dando condições de melhor esculturação da drenagem.

As densidades de drenagem baixa (0 a 0,5 km/km<sup>2</sup>) e média (0,51 a 2,5 km/km<sup>2</sup>) foram registradas em áreas de predominância de rochas areníticas nas Formações Corda, Grajau e no Grupo Itapecuru. Na Formação Codó (folhelhos negros, argilitos calcíferos, pelitos, calcário e arenito) e na Formação Motuca, que engloba siltitos, arenitos e folhelhos, há densidade baixa e média. Nesses valores (baixo e médio), ocorre na cobertura pedológica Latossolo Amarelo Distrófico. Essas características litológicas e pedológicas favorecem a infiltração e percolação da água, não favorecendo surgimento de uma rede de drenagem densa.

Segundo Cardoso *et al.* (2006), o estudo da densidade de drenagem indica a maior ou menor velocidade com que a água escoar para o exutório. Dessa forma, indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, ou seja, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia.

No médio curso da bacia, predomina planalto (planalto dissecado, tabuleiros, patamares, chapadas); porém, não foi possível avaliar a influência do relevo na densidade de drenagem.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste estudo permitiu realizar a caracterização ambiental e levantamento da densidade de drenagem no médio curso da bacia hidrográfica. A análise das características ambientais (geologia, relevo e solo) possibilitou o entendimento da influência dos componentes ambientais na densidade de drenagem. Os maiores valores da densidade de drenagem estão associados ao grau de resistência dos extratos rochosos e tipos de solos (textura, porosidade consistência).

Quanto ao relevo, não foi possível visualizar interferência das diferentes unidades de relevo na densidade de drenagem no médio curso da bacia porque, possivelmente, está associado ao predomínio (99,38%) de planalto (planalto dissecado, tabuleiros patamares, chapadas, chapadões).

No médio curso, o rio Itapecuru possui expressiva disponibilidade hídrica superficial na bacia. 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, silexitos, basaltos e argilitos, siltitos.

As características (textura, consistência e porosidade) contribuem para obtenção maiores valores de densidade de drenagem (muito alta e alta) e as classes de solos que concentraram maiores densidades são: Plintossolo Pétrico Concrecionário, Plintossolo Argilúvico Distrófico, Plintossolo Háptico Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Neossolo Litólico Distrófico.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, G. A.; NAHASS, S. **Mapa geológico da bacia do Maranhão**. Petrobrás: RENOR-DIREX, 1969. (Relatório, 371).
- ANAISSE JÚNIOR, J. **Fácies costeiras dos depósitos Itapecuru (Cretáceo), região de Açailândia, bacia do Grajaú**. 1999. 86 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia. Universidade Federal do Pará, Belém, 1999. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/12012>. Acesso em: 04 maio 2017.
- BATISTA, M. A.; PAIVA, D. W.; MARCOLINO, A. (org.). Solos para todos: perguntas e respostas. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2014. p. 87. (Embrapa Solos. Documentos, 169). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1009020/solos-para-todos-perguntas-e-respostas>. Acesso em: 04 nov. 2016.
- BRASIL. Projeto Radam. **Folha SB.23 Teresina e parte da folha SB.24 Jaguaribe**. Rio

de Janeiro, 1973. v. 2. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=224019&view=detalhes>. Acesso em: 10 mar. 2018.

CAPUTO, M. V. **Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern basins of Brazil**. 1984. 586 f. Tese (Doutorado em Geologia) – University of California, Santa Barbara, USA, 1984. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/8961>. Acesso em: 18 mar. 2018.

CAPUTO, M. V.; LIMA, E. Estratigrafia, idade e correlação do grupo Serra Grande. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 2. p. 740-753. Disponível em: [http://sbg.sitepesoal.com/anais\\_digitalizados/1984-RIO20DE20JANEIRO/CBG.1984.vol.11.pdf](http://sbg.sitepesoal.com/anais_digitalizados/1984-RIO20DE20JANEIRO/CBG.1984.vol.11.pdf). Acesso em: 20 ago. 2018.

CARDOSO, C. A. *et al.* Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, mar./abr. 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622006000200011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622006000200011). Acesso em: 05 dez. 2016.

CARNEIRO, C. D. R. *et al.* Estágios evolutivos do Brasil Fanerozóico. *In*: HASUI, Y. *et al.* **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 131-136.

COSTA, M. L. da. A dinâmica de formação de lateritas: o exemplo do NE do Pará e do NW do Maranhão. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SBG. 1984. v. 4, p. 4.823-4.837. Disponível em: [http://sbg.sitepesoal.com/anais\\_digitalizados/1984-RIO20DE20JANEIRO /CBG.1984.vol.11.pdf](http://sbg.sitepesoal.com/anais_digitalizados/1984-RIO20DE20JANEIRO /CBG.1984.vol.11.pdf). Acesso em: 20 ago. 2018.

COSTA NETO, M.C. *et al.* **Geologia e recursos minerais da folha Imperatriz: SB.23-V-C-V, estado do Maranhão, escala: 1:100.000**. Belém: CPRM, 2012. No prelo.

DINO, R., ANTONIOLI, L., BRAZ, S. M. N. Palynological data from the Trisidela Member of Upper Pedra de Fogo Formation (“Upper Permian”) of the Parnaíba Basin, northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 3, p. 24-35, 2002. Disponível em: <https://www.sbpbrasil.org/revista/edicoes/3/RBP3%20resumo%203.pdf>. Acesso em: 01 set. 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Luvissoles**. 2006. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_12\\_22122006115\\_41.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_12_22122006115_41.html). Acesso em: 19 maio 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. ver. ampl. Brasília, DF, 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2006.

GÓES, A. M. O.; FEIJÓ, F. J. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 57-67, jan./mar. 1994. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/317551866\\_Bacia\\_do\\_Parnaiba](https://www.researchgate.net/publication/317551866_Bacia_do_Parnaiba). Acesso em: 04 maio 2020.

GÓES, A. M. O.; TRAVASSOS, W. A.; NUNES, K. C. **Projeto Parnaíba: reavaliação da bacia e perspectivas exploratórias**. Belém: PETROBRAS, 1993. v. 1.

GONÇALVES, R. A.; CARVALHO, I. S. Contribuição ao estudo da sedimentação da

formação Itapecuru, região de Itapecuru-Mirim, bacia do Parnaíba (Cretáceo inferior), Maranhão, Brasil. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 9, p. 75-81, 1996. Disponível em: [https://igeo.ufjf.br/inc/isc/2/2\\_20.pdf](https://igeo.ufjf.br/inc/isc/2/2_20.pdf). Acesso em: 14 abr. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geomorfologia**: mapa geomorfológico do estado do Maranhão. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Escala 1:400.000

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa geomorfológico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. Escala 1:5.000.000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pedologia**: mapa exploratório de solos do estado do Maranhão. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Escala 1:400.000

JACOMINE, P. K. T. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Piauí**. Recife: DPP: AgMA/DNPEA: SUDENE/DRN, 1986. (Boletim Técnico, n. 28).

JACOMINE, P. K. T. A nova classificação brasileira de solos. **Anais Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, Recife, v. 5/6, p. 161-179, 2008/2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/19350/1/Jacomine.pdf>. Acesso em: 01 set. 2020.

LIMA, E. A. M.; LEITE, J. F. Projeto estudo global dos recursos minerais da bacia sedimentar do Parnaíba: integração geológico-metalogenética, etapa III. **Relatório Técnico**, Belém: DNPM/CPRM, v. 1, p. 124-132, 1978.

LIMA T. E. **Bacia hidrográfica do Alto Paraguai: área de recarga e Pantanal de Cáceres**. 2021. 206 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, 2021. Disponível em: <http://biblioteca.unemat.br/>. Acesso em: 10 abr. 2021.

MESNER, J. C.; WOOLDRIDGE, L. C. P. Estratigrafia das bacias paleozoicas e cretáceas do Maranhão. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 137-164, abr./jun. 1964.

OLIVEIRA, J. G. F.; SILVA, R. C. S. **Geologia e recursos minerais da folha Belém – SA.22-X-D-III**: estado do Pará, escala: 1:100.000. Belém: CPRM, 2011. 91 p.

PAZ, J. D. S.; ROSSETTI, D. F. Caracterização de um sistema lacustre salino: formação Codó (Aptiano), região de Codó (MA), bacia de São Luís-Grajaú. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 7., 2001, Belém. **Anais [...]**. Belém: SGB-Núcleo Norte, 2001. CD-ROM.

PONTINI, V. V. **Degradação de ambientes fluviais por ação antropogênica: novos cenários** na bacia de drenagem do Rio Novo (ES). 2020. 187f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória, 2020. Disponível em: [http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_14854\\_DISSERTAC7C3O20VINICIUS20PONTINI.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_14854_DISSERTAC7C3O20VINICIUS20PONTINI.pdf). Acesso em: 23 abr. 2021.

RESCK, R. P.; BEZERRA NETO, J. F.; COELHO, R. M. P. Nova batimetria e avaliação de parâmetros morfométricos da Lagoa da Pampulha (Belo Horizonte, Brasil). **Revista Geografias**. Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 17-23, jul./dez. 2007. Disponível em: <http://www.cantacantos.com.br/revista/index.php/geografias/article/viewFile/49/47>. Acesso em: 01 nov. 2012.

REZENDE, N. G. A. M. **A zona zeolítica da formação Corda, bacia do Parnaíba**. 2002. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Universidade Federal

- do Pará, Belém, 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br>. Acesso em: 14 jan. 2021.
- RODRIGUES, T. L. N. *et al.* (org.). **São Luís folha SA.23- Z-A, Cururupu folha SA.23-X-C**: estado do Maranhão, escala 1:250.000. Brasília, DF: CPRM, 1994. 185 p. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos).
- RODRIGUES, V. A. *et al.* Análise do relevo da microbacia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS, 2., 2008, Botucatu. **Anais [...]**. Botucatu: FCA/UNESP, 2008. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/microbacias/2010/2008/artigos.html>. Acesso em: 21 maio 2017.
- ROSSETTI, D. F.; GOES, A. M.; SOUZA, L. S. B. Estratigrafia da sucessão sedimentar pós-Barreiras (zona Bragantina, Pará) com base em radar de penetração no solo. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 113- 130, 2001. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3402>. Acesso em: 25 ago. 2019.
- SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 4. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SANTOS, M. E.; CARVALHO, M. S. S. **Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís**. Rio de Janeiro: CPRM: DGM/DIPALE, 2009.
- SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M. Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 4, p. 05-18, out./dez. 2005. ISSN 2318-0331. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305306296\\_Classificacao\\_Hidrologica\\_de\\_Solos\\_Brasileiros\\_para\\_a\\_Estimativa\\_da\\_Chuva\\_Excedente\\_com\\_o\\_Metodo\\_do\\_Servico\\_de\\_Conservacao\\_do\\_Solo\\_dos\\_Estados\\_Unidos\\_Parte\\_2\\_Aplicacao](https://www.researchgate.net/publication/305306296_Classificacao_Hidrologica_de_Solos_Brasileiros_para_a_Estimativa_da_Chuva_Excedente_com_o_Metodo_do_Servico_de_Conservacao_do_Solo_dos_Estados_Unidos_Parte_2_Aplicacao). Acesso em: 25 ago. 2019.
- SILVA, A. P. S. *et al.* Bacias sedimentares paleozóicas e mesocenozóicas interiores. In: BIZZI, L. A. *et al.* **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, Brasília, 2003. p. 55-86. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/recursos\\_minerais/livro\\_geo\\_tec\\_rm/capII.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/recursos_minerais/livro_geo_tec_rm/capII.pdf). Acesso em: 10 ago. 2019.
- SOARES, A. F.; SILVA, J. S. V. **Uniformização da legenda de solos do Brasil ao milionésio**. Campinas: EMBRAPA Informática Agropecuária, 2005. (Documentos EMBRAPA Informática Agropecuária, 49).
- SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 1990.
- TORRES, F. T. P.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S. O. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- VAZ, P.T. *et al.* Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 253-263, 2007. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em: 30 abr. 2019.
- VEIGA JÚNIOR, J. P. **São Luís NE/SE, folhas SA-23-X e SA-23-Z**: estados do Maranhão e Piauí. Brasília, DF: CPRM, 2000. p. 5-23. Escala 1:500.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

## **REFERÊNCIA CONSULTADA**

BANDEIRA, I. C. N. (org.) **Geodiversidade do Estado do Maranhão**: programa geologia do Brasil Levantamento da geodiversidade. Teresina: CPRM, 2013. 294 p. 1 DVD-ROM.

COSTA, J. L.; ALMEIDA, H. G. G.; RICCI, P. S. F. Metamorfismo e divisão tectonoestratigráfica do grupo Gurupi no nordeste do Pará e noroeste do Maranhão. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 5., 1996, Belém. **Anais [...]** Belém: SGB-Núcleo Norte, 1996. p. 110-112. Disponível em: <http://arquivos.sbg-no.org.br/BASES/Anais20520Simposio20Geol20Amazonia20Junho-1996-Belem.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2016.

ROSSETTI, D. F. Caracterização de um sistema lacustre salino: formação Codó (Aptiano), região de Codó (MA), bacia de São Luís-Grajaú. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 7., 2001, Belém. **Anais [...]**. Belém: SGB-Núcleo Norte, 2001. CD-ROM.