



Margarida Penteado

Revista de
Geomorfologia



CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO MUTUM

*GEOENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF THE HYDROGRAPHIC BASIN
OF MUTUM CREEK*

*CARACTERIZACIÓN GEOAMBIENTAL DE MICROBACIA HIDROGRÁFICA DE
ARROYO MUTUM*

Francisco Wellington de Araujo Sousa

Professor mestre do Instituto Federal do Piauí

Email: wellingtongeo88@gmail.com

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2667-3206>

Sidineyde Soares de Lima Costa

Professor Doutora da Secretaria de Educação e Cultura do Piauí

Email: sidineyde@gmail.com

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2311-2200>

Iracilde Maria de Moura Fé Lima

Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO da UFPI

Email: iracildemourafelima@gmail.com

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3936-180X>

RESUMO

Os estudos integrados em bacias hidrográficas são cada vez mais necessários no campo das Geociências e áreas relacionadas, pois o aumento considerável da interferência humana no meio ambiente tem provocado a degradação dos recursos hídricos. Nesse contexto, essa pesquisa tem como objetivo geral realizar uma descrição dos componentes geoambientais da microbacia hidrográfica do riacho Mutum, localizada no centro-norte do Piauí. A metodologia empregada consistiu em pesquisa bibliográfica, mapeamento temático e trabalhos de campo. Foi adotada uma abordagem sistêmica baseada no princípio da multi-interdisciplinaridade, sendo possível o mapeamento e caracterização das seguintes unidades geoambientais: Área de Planície do Mutum, Vale Dissecado e Superfície retrabalhada pela drenagem. O conhecimento da dinâmica e características dessas unidades se mostra fundamental, dando subsídios ao planejamento ambiental e uso adequado da paisagem da microbacia.

Palavras-chave: Análise Integrada da Paisagem. Recursos Hídricos. Geossistema.

ABSTRACT

Integrated studies in river basins are increasingly necessary in the field of Geosciences and related areas, as the considerable increase in human interference in the environment has caused the degradation of water resources. In this context, the general objective of this research is to describe the geoenvironmental components of the Mutum stream micro-basin, located in the center-north of Piauí. The methodology used consisted of bibliographical research, thematic mapping and fieldwork. A systemic approach based on the principle of multi-disciplinary approach was adopted, making it possible to map and characterize the following geoenvironmental units: Mutum Plain Area, Dissected Valley and Surface reworked by drainage. Knowledge of the dynamics and characteristics of these units is fundamental, providing support for environmental planning and adequate use of the microbasin landscape.

Keywords: Integrated Landscape Analysis. Water resources. Geosystem.



RESUMEN

Los estudios integrados en cuencas hidrográficas son cada vez más necesarios en el campo de las Geociencias y áreas afines, ya que el aumento considerable de la interferencia humana en el medio ambiente ha provocado la degradación de los recursos hídricos. En este contexto, el objetivo general de esta investigación es describir los componentes geoambientales de la microcuenca del arroyo Mutum, ubicada en el centro-norte de Piauí. La metodología utilizada consistió en investigación bibliográfica, mapeo temático y trabajo de campo. Se adoptó un enfoque sistémico basado en el principio de multidisciplinariedad, que permitió mapear y caracterizar las siguientes unidades geoambientales: Área de Llanura de Mutum, Valle Disectado y Superficie reelaborada por drenaje. El conocimiento de la dinámica y características de estas unidades es fundamental, brindando apoyo para la planificación ambiental y el uso adecuado del paisaje de microcuencas.

Palavras-chave: Análisis Integrado del Paisaje. Recursos hídricos. Geosistema.

RÉSUMÉ

Des études intégrées sur les bassins fluviaux sont de plus en plus nécessaires dans le domaine des géosciences et dans les domaines connexes, car l'augmentation considérable de l'interférence humaine dans l'environnement a provoqué la dégradation des ressources en eau. Dans ce contexte, l'objectif général de cette recherche est de décrire les composantes géoenvironnementales du micro-bassin du ruisseau Mutum, situé au centre-nord du Piauí. La méthodologie utilisée consistait en une recherche bibliographique, une cartographie thématique et un travail de terrain. Une approche systémique basée sur le principe d'approche multidisciplinaire a été adoptée, permettant de cartographier et de caractériser les unités géoenvironnementales suivantes : Zone de Plaine de Mutum, Vallée Disséquée et Surface remaniée par drainage. La connaissance de la dynamique et des caractéristiques de ces unités est fondamentale, car elle soutient la planification environnementale et l'utilisation adéquate du paysage du microbassin.

Mots clés: Analyse intégrée du paysage. Ressources en eau. Géosystème.

INTRODUÇÃO

Em função do crescimento das interferências danosas causadas pelo ser humano no meio ambiente, tem-se observado um aumento de estudos que analisam a relação sociedade *versus* natureza, sendo objeto de pesquisa não somente na ciência geográfica. Guerra e Marçal (2006, p. 14) corroboram essa afirmação ao destacarem que “a crescente preocupação de estudos relacionados às análises ambientais, particularmente no que se refere às intervenções da sociedade na natureza, é ponto discutido não apenas no campo das geociências”. Nas ciências, via de regra, é observada essa preocupação em pesquisar a referida temática.

Desse modo, entre os estudos que têm avançado na compreensão das alterações provocadas pelo homem no meio, se encontram as análises a partir de uma abordagem integrada da paisagem, que se consolidou a partir do método sistêmico, desenvolvido ainda na primeira metade do século XX por Bertalanffy (1975).

Na Geografia, o método sistêmico influenciou de forma considerável o entendimento da paisagem com base nas relações entre os componentes bióticos, abióticos e das atividades humanas, tornando-se, na difusão da abordagem geossistêmica desenvolvida inicialmente por Sochava (1963) e posteriormente redefinida por Bertrand (1972) o meio para entender essas inter-relações. Para Suertegaray (2005, p. 22) “os geógrafos assumiram a análise sistêmica como método unificador que salvaria o abismo entre Geografia Física e Geografia Humana”.

E, assim, Sochava (1963) associa a sua tipologia de Geossistema às formações biogeográficas, adotando as categorias de geômeros, que representam a estrutura homogênea e de geócoros, que revela as características de integração entre os diferentes níveis de geossistema.

De acordo com Bertrand (1972), o Geossistema corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis, sendo resultantes da combinação do potencial ecológico (fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos), com um tipo de exploração biológica (vegetação, solo, fauna) que se relacionariam, ainda, às atividades antrópicas.

Conforme Christofolletti (1999, p. 37), os geossistemas que são denominados sistemas ambientais físicos “representam a organização espacial resultante da interação dos elementos físicos e biológicos da natureza (clima, topografia, geologia, águas, vegetação, animais, solos)”.

Os estudos integrados à análise da paisagem demandam uma perspectiva complexa, baseada na articulação dos elementos envolvidos, tais como: a escala, a funcionalidade e a temporalidade dos processos paisagísticos, que interagem e proporcionam dinamismo (REIS, 2010).

No contexto da geografia, aplica-se os estudos integrados, considerando sobretudo aspectos que incluem as dinâmicas socioeconômicas sobre os elementos físicos. Vale destacar que as abordagens metodológicas desenvolvidas para estudos integrados da paisagem, são evidenciadas principalmente pela escola francesa, que teve sua redefinição a partir da proposta geossistêmica de Bertrand e Bertrand (2022), que busca uma visão sistêmica interdisciplinar.

Nesse sentido, os estudos em bacias hidrográficas sobre essa perspectiva vêm sendo desenvolvidos a partir de diversos enfoques, buscando compreender toda a dinâmica que caracteriza esses sistemas ambientais. Segundo Botelho e Silva (2004), ao adotar uma bacia hidrográfica como objeto de análise pode-se conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem. A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental.

Souza (2005) destaca que, ao se conhecer o funcionamento da dinâmica interna aos geossistemas, torna-se possível sistematizar informações úteis à gestão racional dos recursos naturais, subsidiando, assim, a elaboração de mecanismos que minimizem os conflitos socioambientais.

Bertand e Bertand (2007) retomam a teoria ampliando a discussão do geossistema e propõem o GTP (geossistema, território e paisagem), o que vem corroborar o conceito de geossistema de Bertrand (1972), colocando-o nessa nova perspectiva como uma categoria de análise que deverá ser associada/integrada às categorias território e paisagem para se chegar à síntese ou interpretação/entendimento das unidades do espaço geográfico ou unidades geoespaciais.

Nesta perspectiva, a análise geoambiental conforme Santos e Souza (2014, p. 222) “considera o estudo integrado dos componentes da paisagem, possibilitando compreender o funcionamento e a dinâmica dos ambientes naturais e dos ambientes alterados pelas atividades antrópicas”.

Dessa maneira, as análises integradas têm sido amplamente aplicadas na compreensão dos diversos fenômenos que se manifestam nos sistemas ambientais, como em uma bacia hidrográfica, compreendendo o contexto ambiental, social e econômico (Sousa; Lima, 2021).

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral realizar uma descrição dos componentes geoambientais da microbacia hidrográfica do riacho Mutum, localizada no centro-norte do Piauí, inserida no Médio Curso da bacia hidrográfica do rio Parnaíba (principal eixo de drenagem do Piauí). Como objetivos específicos definiu-se: i) caracterizar e mapear os elementos que compõem o ambiente biofísico da microbacia; ii) realizar uma análise das formas de uso da terra desta área estudada.

A escolha dessa microbacia como objeto de estudo está relacionada a relevância desse curso de água para o município de Nazária principalmente, tendo em vista o desenvolvimento de atividades agropecuária em sua área, assim como sua importância para o povoamento da região. Ressalta-se que muitas dessas atividades estão sendo realizadas de forma predatória, sem medidas adequadas de manejo. Dessa forma, a pesquisa permitirá uma ampliação do conhecimento da área, auxiliando no processo de planejamento ambiental e ordenamento do território.

Ressalta-se que a denominação de microbacia para essa pesquisa está pautada no conceito apresentado por Faustino (1996), citado por Teodoro *et al.* (2007), ao descrever que uma

microbacia possui uma área inferior a 100 km², sendo que várias microbacias formam uma sub-bacia. De acordo com Botelho (1999), uma microbacia hidrográfica necessita abranger uma área suficientemente grande, onde possam identificar as inter-relações existentes entre os diversos elementos que caracterizam seu quadro socioambiental, mas que seja pequena o bastante para estar compatível com recursos disponíveis, pensando, desse modo, na sua conservação e planejamento.

METODOLOGIA

Nesta pesquisa, a caracterização geoambiental teve como base teórico-metodológica o estudo integrado da paisagem, para se chegar à classificação de unidades geossistêmicas. Como afirma Ross (2006), a perspectiva integrada coloca-se como suporte para a compreensão da complexidade inerente à relação da sociedade com a natureza no contexto do espaço geográfico, seguindo o conceito de geossistema, e tendo como autores clássicos Bertrand (1972), Sochava (1977), Tricart (1977) e as abordagens apresentadas por Christofolletti (1999).

Adotou-se a cartografia geoambiental como desenvolvimento metodológico, baseado na delimitação de unidades da microbacia. Para Trentin e Robaina (2005, p. 3607), as unidades delimitadas “representam áreas com heterogeneidade mínima quanto aos parâmetros e, em compartimentos com respostas semelhantes frente aos processos de dinâmica superficial”.

Para o desenvolvimento do trabalho, realizou-se primeiramente uma revisão bibliográfica, a partir do estudo de artigos, livros, dissertações e teses que abordam as temáticas discutidas no âmbito da pesquisa.

Com relação a realização e confecção do mapeamento temático, utilizou-se um conjunto de dados matriciais e vetoriais, a saber: arquivos *raster* da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), obtidos de forma gratuita no *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); *shapefiles* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Nacional de Águas (ANA).

Quanto aos procedimentos de mapeamento, destaca-se que, inicialmente, foi feito a delimitação da microbacia hidrográfica e sua respectiva rede de drenagem, obtido por meio de processamento dos dados SRTM, utilizando o *plugin r.watershed* do *software* QGIS versão livre 2.18.1. Os arquivos SRTM, consistem na folha 05S435ZN no formato *geotiff*, 32 bits. Também foram utilizados dados da ANA, que compreende os arquivos da bacia hidrográfica do rio Parnaíba.

A base cartográfica e os elementos fisiográficos da microbacia referentes à geologia e à pedologia tiveram por base os dados do Projeto RADAMBRASIL, que foram atualizados pelo IBGE (2018) em escala de 1:250.000.

A confecção do mapa de hipsometria e declividade, consistiram no processamento do SRTM. Realizou-se, primeiro, o recorte da área de estudo através das ferramentas *Raster > Extrair > Recorte*, utilizando como arquivo de entrada a imagem SRTM. O passo seguinte, consistiu-se em reprojetar o arquivo para o sistema *Universal Transversal de Mercator* (UTM) por meio das ferramentas “*Raster > Projeções > Reprojetar*”. Após esse procedimento, efetuou-se a classificação dos valores de altitude, considerando o intervalo de 30 metros.

Com as informações do Modelo Digital de Elevação (MDE) delimitadas no *software*, foi desenvolvido em seguida a aplicação do relevo sombreado, através das ferramentas “*Raster > Análise > MDE*” para uma melhor representação das classes de altitude no mapa gerado.

O mapa de declividade foi desenvolvido a partir das ferramentas “*Raster > Análise > MDE*”. Em seguida, executou-se a delimitação de 4 classes que variam de plano a forte ondulado, tendo como referência as classes definidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979).

Para confecção do mapa de uso e cobertura da terra foram utilizadas imagens do satélite *Landsat 8 Sensor Operational Terra Imager* (OLI), bandas 4, 5 e 6, órbita/ponto 219/064,

datadas de 09 de agosto de 2022, disponibilizadas de forma gratuita na página eletrônica do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Utilizou-se como referência na metodologia de definição das classes de uso, o relatório do Monitoramento de uso e cobertura da terra do IBGE (2018).

No QGIS foi feito inicialmente a composição falsa cor de bandas a partir do mosaico, utilizando como ferramentas *Raster* > Miscelânea > Mosaico. Posteriormente foi feito a reprojeção da imagem para SIRGAS 2000 UTM zona 23 Sul. Em seguida foi elaborado o recorte da área de estudo via *Raster* > Extrair > Recorte.

A delimitação das classes no QGIS foi realizada a partir de uma classificação supervisionada utilizando o *plugin Dsetzaka*. Foram criados arquivos vetoriais (*shapefile* de polígono) com base nos pontos coletados em campo e tendo como suporte uma interpretação visual dos elementos da imagem. Em campo foram coletados 25 pontos para auxiliar na elaboração do mapa de uso.

Na definição e delimitação do mapa de unidades geoambientais, considerou-se como elemento norteador o relevo. Como destaca Souza (2005), a geomorfologia caracteriza-se por uma variável que sintetiza o conjunto dos componentes geoambientais, em que, os limites do relevo e as feições do modelado são passíveis de uma delimitação mais precisa.

Os mapas gerados tiveram como referencial geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), projeção UTM Zona 23 Sul. Todo o mapeamento cartográfico foi realizado através do *software* QGIS. Vale ressaltar que, a escala cartográfica adotada foi de 1: 90.000.

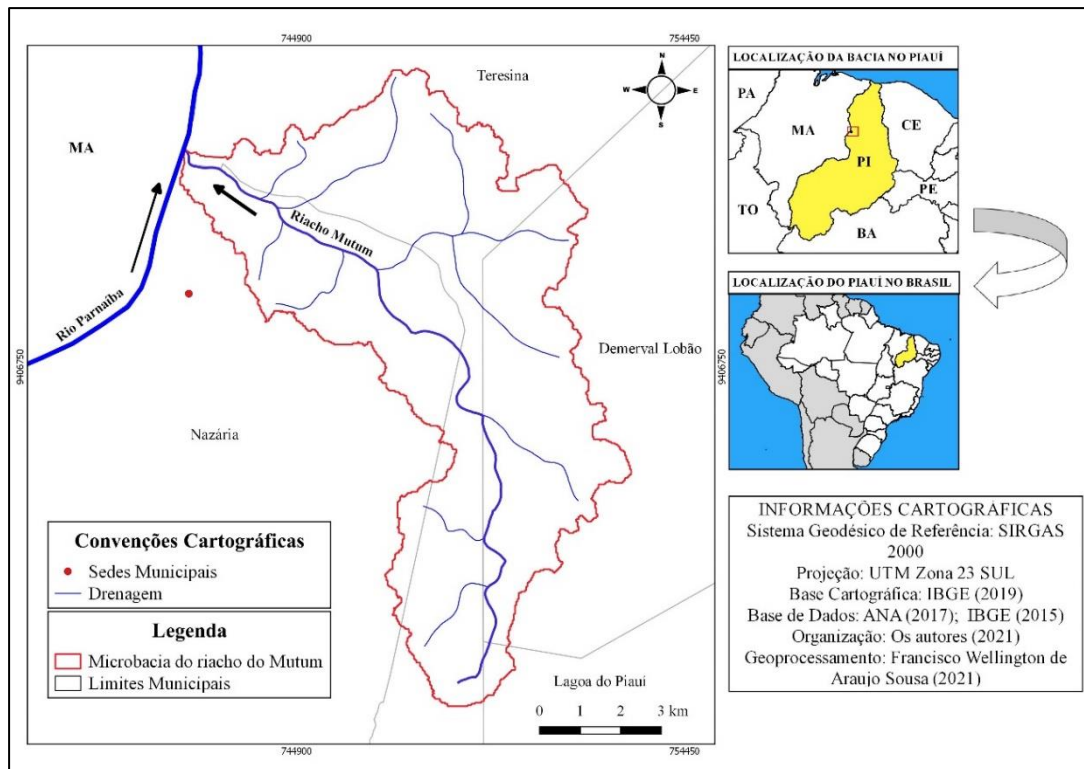
No que concerne aos trabalhos de campo, esta etapa ocorreu nos meses de agosto e setembro de 2020, março e abril de 2021, e abril e maio de 2022, em áreas rurais e urbanas da área territorial da microbacia. Foram feitas análises especialmente ao longo do riacho Mutum, observando sua paisagem e os elementos que caracterizam a microbacia. Além disso, com as análises de campo pode-se verificar as diversas formas de uso da terra que se manifestam no espaço geográfico das margens do rio principal desta bacia tendo como materiais de apoio, celular *smartphone* para registro fotográfico, fichas de análise e mapas da área.

De posse das referências cartográficas e os resultados do trabalho de campo pode-se destacar os componentes geoambientais e fazer uma análise integrada da paisagem. A análise integrada foi desenvolvida a partir de dados de uso e cobertura da terra (atividades socioeconômicas) sobreposta aos componentes geoambientais como geologia, relevo, solo e cobertura vegetal.

Área de estudo

A presente pesquisa ocorreu na microbacia do riacho Mutum, com área de 77,79 km² (Lima, 2013), localizada na Região Geográfica Imediata Teresina (IBGE, 2017). Essa bacia engloba parte dos municípios de Teresina, Demerval Lobão, Nazária e Lagoa do Piauí, conforme se observa no mapa da Figura 1.

Figura 1. Mapa de localização da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2015; 2019). Organizado pelos autores (2021).

O riacho Mutum apresenta um regime fluvial perene, com sua nascente localizada na zona rural do município de Teresina, capital do Estado do Piauí, a uma altitude de 140 metros (Lima, 2013). Sua extensão é de aproximadamente 19,19 km, e apresenta direção geral no sentido sul-noroeste, desaguando no rio Parnaíba, na localidade Sumaré, no limite dos municípios de Nazária e Teresina.

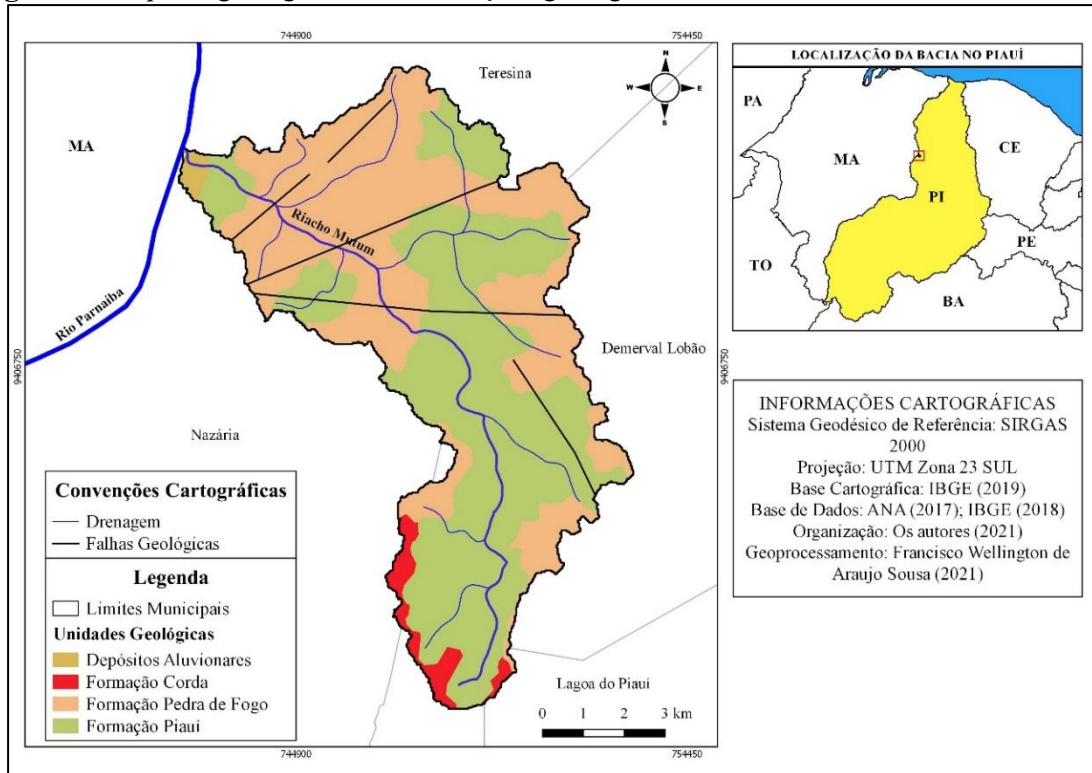
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização Fisiográfica da microbacia do riacho Mutum

A área em estudo enquadra-se exclusivamente em terrenos sedimentares, pertencentes à bacia sedimentar do Parnaíba. Localizada no centro-norte dessa bacia sedimentar e drenada pelo riacho Mutum, a sequência sedimentar da área, de acordo com dados do IBGE (2018), é recoberta por depósitos datados do Carbonífero (final do período), Permiano, Cretáceo e Quaternário.

Trata-se de uma sequência sedimentar Neocarbonífera-Eotriássica, pertence ao Grupo Balsas, de natureza marinho/continental, aflorando a Formação Pedra de Fogo que ocorre principalmente nos divisores topográficos de altitudes medianas, sobreposta à Formação Piauí. Esta ocorre predominantemente nos vales, enquanto a sequência Cretácea corresponde à Formação Corda que forma os topos das nascentes principais do riacho Mutum. Já os Depósitos Aluvionares, datados do período Quaternário/ Holoceno ocorrem somente na área próximo da foz do rio principal dessa drenagem (Figura 2).

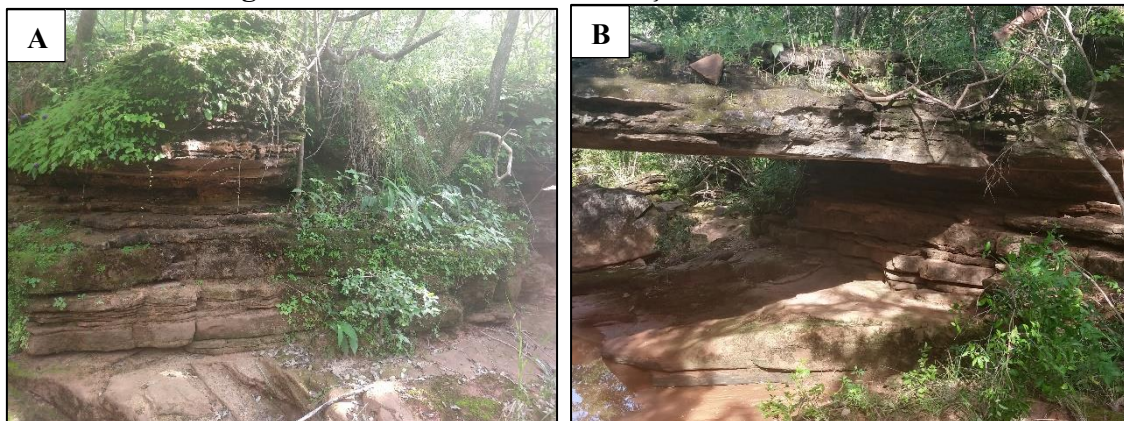
Figura 2. Mapa da geologia local - Formações geológicas da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2018; 2019). Organizado pelos autores (2021).

Segundo Melo *et al.* (1998) a Formação Piauí corresponde a uma unidade pensilvaniana, cujo paleoambiente formou-se num ambiente fluvial com contribuição eólica e rápidas incursões marinhas, num clima semiárido a desértico (Lima; Leite, 1978). Conforme Lima e Leite (1978), essa formação encontra-se separada em duas sucessões: inferior, constituída de arenitos cor-de-rosa, médios, maciços ou com estratificação cruzada de grande porte e intercalações de folhelho vermelho; e superior, estruturada de arenitos vermelhos, amarelos, finos a médios, contendo intercalações de folhelhos vermelhos, calcários e finas camadas de sílex, podendo-se observar o acamamento horizontal dos seus estratos nos locais sob intensa erosão (Figura 3).

Figura 3. Afloramentos da Formação Piauí na área de estudo.

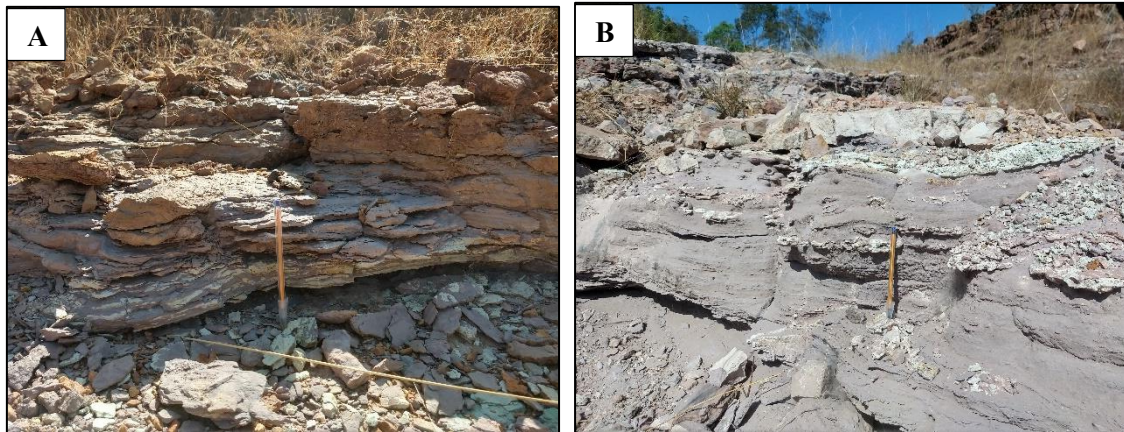


A: arenitos da Formação Piauí com camadas tabulares alternadas a níveis laminadas; **B:** clastos erodidos, deformando a estratificação. **Fonte:** Os autores (2021).

A Formação Pedra de Fogo, do período Permiano (Vaz *et al.*, 2007), é caracterizada por uma considerável variedade de rochas - sílex, calcário oolítico e pisolítico creme a branco, eventualmente estromatolítico, intercalado com arenito fino a médio amarelado, folhelho cinzento, siltito, anidrita e, eventualmente, dolomito. Depositados num ambiente marinho raso a litorâneo com planícies de *sabkha*, sob ocasional influência de tempestades (Góes; Feijó, 1994). Os contatos são concordantes com as Formações Piauí (subjacente), o ciclo deposicional evoluiu em sequência, em um ambiente de plataforma rasa litorânea tempestades *Sabkha*, em discordância neotriássica, pertencente ao grupo Balsas.

Estas características estão em evidência na Figura 4, com destaque para os folhelhos cinzentos, e estrutura com estratificação cruzada, acamamento *flaser*.

Figura 4. Afloramentos da Formação Pedra de Fogo na área de estudo.



A: estratificação cruzada, acamamento *flaser*.; B: rochas sílex, calcário oolítico e pisolítico creme a branco.

Fonte: Os autores (2021).

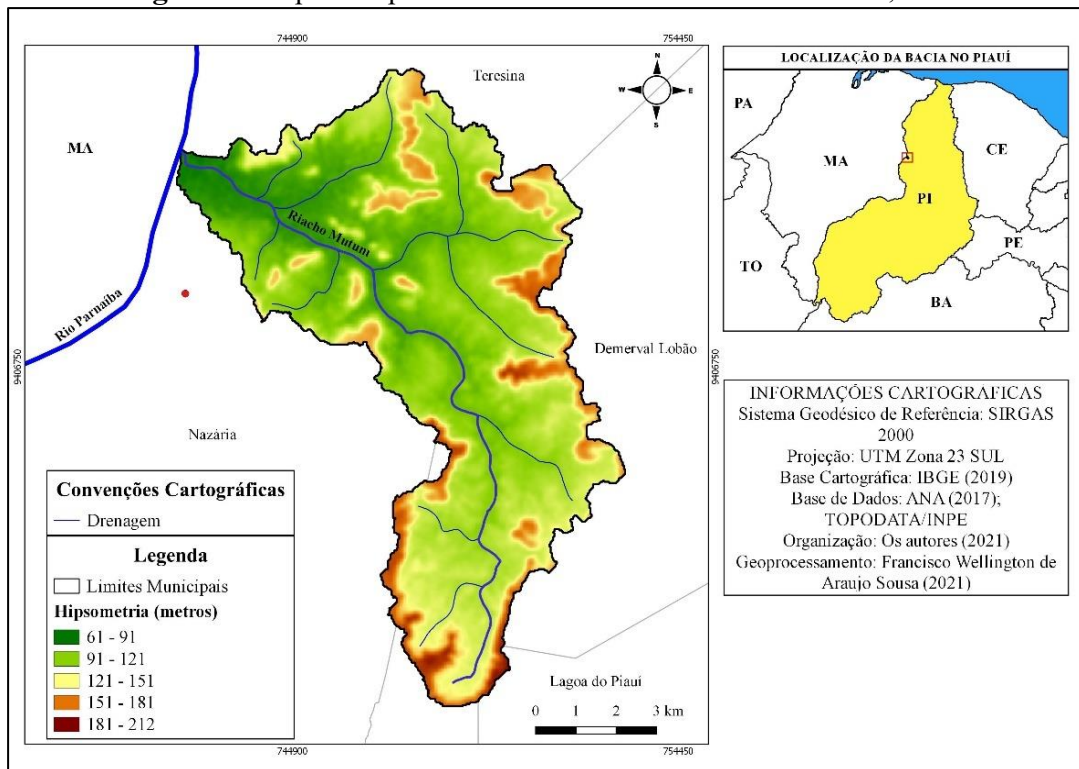
Da sequência Cretácea, têm-se a Formação Corda, caracterizada por arenitos vermelhos, castanho-avermelhados, muito finos/finos e médios, seleção regular a boa, semifriáveis a semicoesos, ricos em óxidos de ferro e zeólitas (Vaz *et al.*, 2007). Conforme Vaz *et al.* (2007), os elementos dispostos inferem que esta Formação foi depositada num sistema desértico, apresentando assim, estruturas cruzadas de baixo ângulo e cruzadas acanaladas, estratificações cruzadas de grande porte, e outras estruturas típicas de dunas eólicas. Vale destacar que a estrutura dessa Formação está relacionada a uma tectônica *Rifte* Sul-Atlântico (originada por tectônica extensional).

Do Período Quaternário, no Holoceno, a área de 0,62 km², é caracterizada por depósitos aluvionares e restringem-se ao vale da microbacia do riacho Mutum, formado em razão da retenção de materiais, areia, cascalhos e níveis de argila.

Os processos superficiais da área da bacia estão representados principalmente pela erosão pluvial. É importante ressaltar que as forças exógenas e endógenas são as responsáveis pela fisionomia do relevo (Costa, 2020).

Observa-se na carta hipsométrica que a bacia do riacho Mutum apresenta o topo dos morros aplainados, o relevo apresenta altitudes variando entre 61 e 212 metros predominando terrenos planos cuja altitude entre 61 e 91 metros (Figura 5). A maior parte da microbacia, é caracterizada por altitudes situadas entre 91 a 151 metros, representando um total de 69,54% de sua área.

Figura 5. Mapa de hipsometria da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2019); INPE (2019) Organizado pelos autores (2021).

Verifica-se a declividade variando entre terreno plano (0-3% de declividade), suave ondulado (3% a 8%), ondulado (8% a 20%) e forte ondulado (> 20%). São áreas relativamente planas com uma leve ondulação (Figura 6). Verificou-se que a maior parte do relevo possui declividades com características planas, representando 60,13 % do total da área de estudo.

Todavia, o ângulo de declividade é um fator importante no balanço morfogênese/pedogênese, uma vez que a inclinação das vertentes está relacionada à instabilidade das encostas. Quanto maior o ângulo da declividade, mais rápida a energia potencial das águas pluviais se transforma em energia cinética, ampliando a velocidade das águas e sua capacidade de transporte (Silveira *et al.*, 2006). Dessa forma, as vertentes com grande declividade, estarão expostas a uma maior perda de solo.

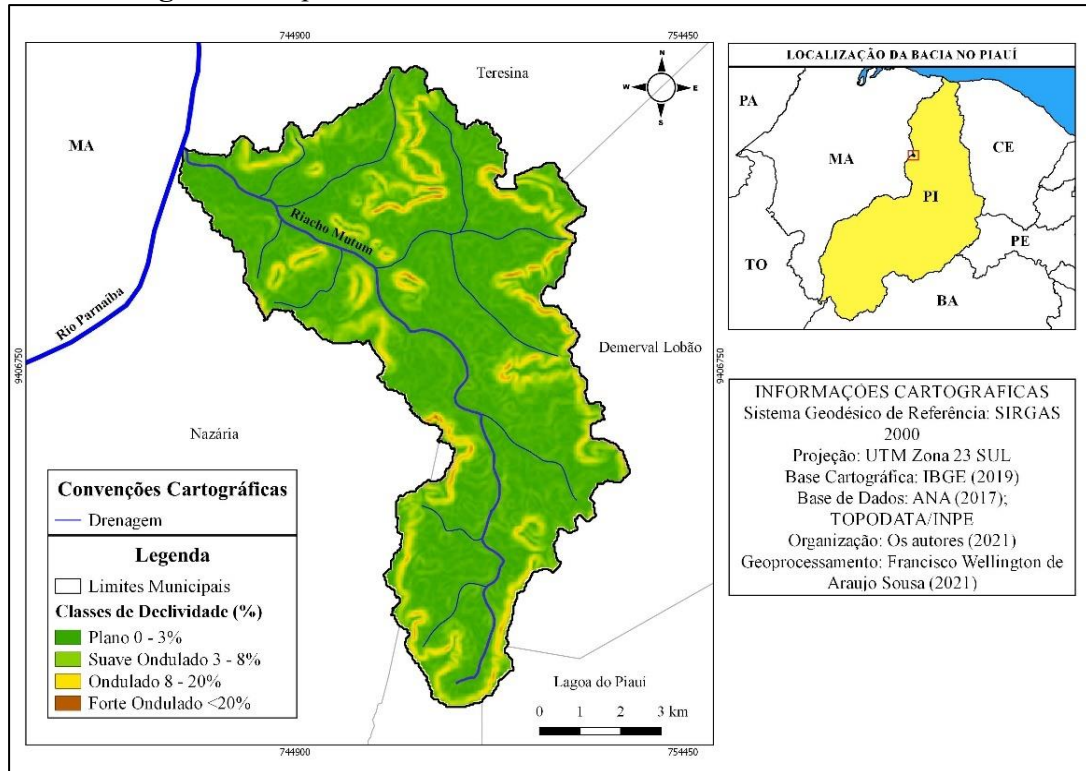
A partir de adaptação da classificação de Lima (2011), foi possível mapear as feições morfográficas do relevo da microbacia, agrupando-as em três unidades: Planícies e Terraços Fluviais, Superfície Dissecada com Morros Residuais e Morros com tendência ao arredondamento. A Figura 7 destaca o mapa com essas unidades.

As planícies e terraços fluviais são feições de acumulação por processos fluviais (Lima, 2011) sobre rochas da Formação Pedra de Fogo e Piauí, em terrenos com altitudes de 60 a 90 m de altitude.

A unidade Superfície dissecada com morros residuais são formas modeladas sob intensos processos erosivos, principalmente sobre a formação Pedra de Fogo, correspondendo à faixa de altitudes entre 100 e 120 metros (Lima, 2011).

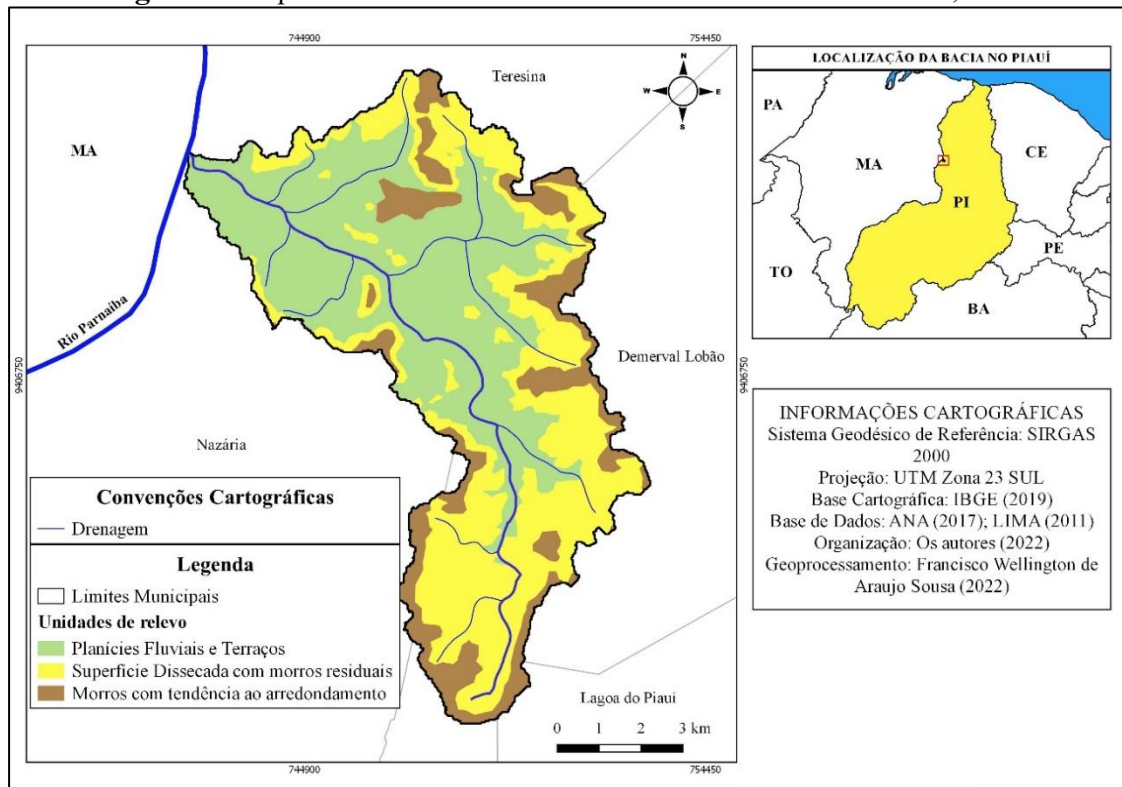
No que se refere aos morros com tendência ao arredondamento, essas feições de relevo consistem em formas erosivas de topos definidos, porém reafeiçoados pelos processos erosivos, tendendo ao arredondamento, sendo recortados por vales encaixados (Lima, 2011) e se encontram na microbacia com faixas de 100 a 170 metros de altitude. Apresenta uma litologia de rochas da Formação Pedra de Fogo, além da Formação Corda na porção sul da área de estudo.

Figura 6. Mapa de declividade da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2015; 2019); INPE (2019). Organizado pelos autores (2021).

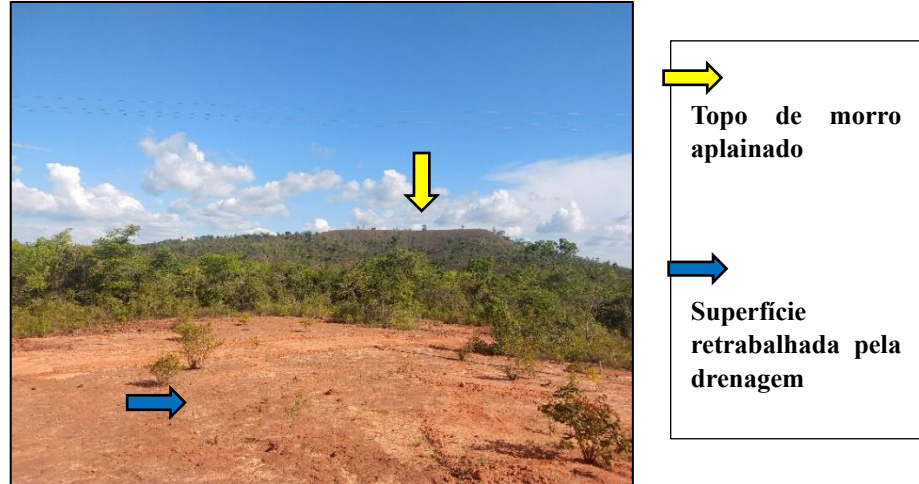
Figura 7. Mapa de unidades de relevo da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: ANA (2017); Lima (2011). Organizado pelos autores (2021).

Dessa forma, o modelado do relevo da microbacia é representado por níveis de dissecação, predominando planícies e terraços fluviais, seguido da unidade superfície dissecada com morros residuais. A Figura 8 mostra o detalhamento do relevo encontrado na área de estudo.

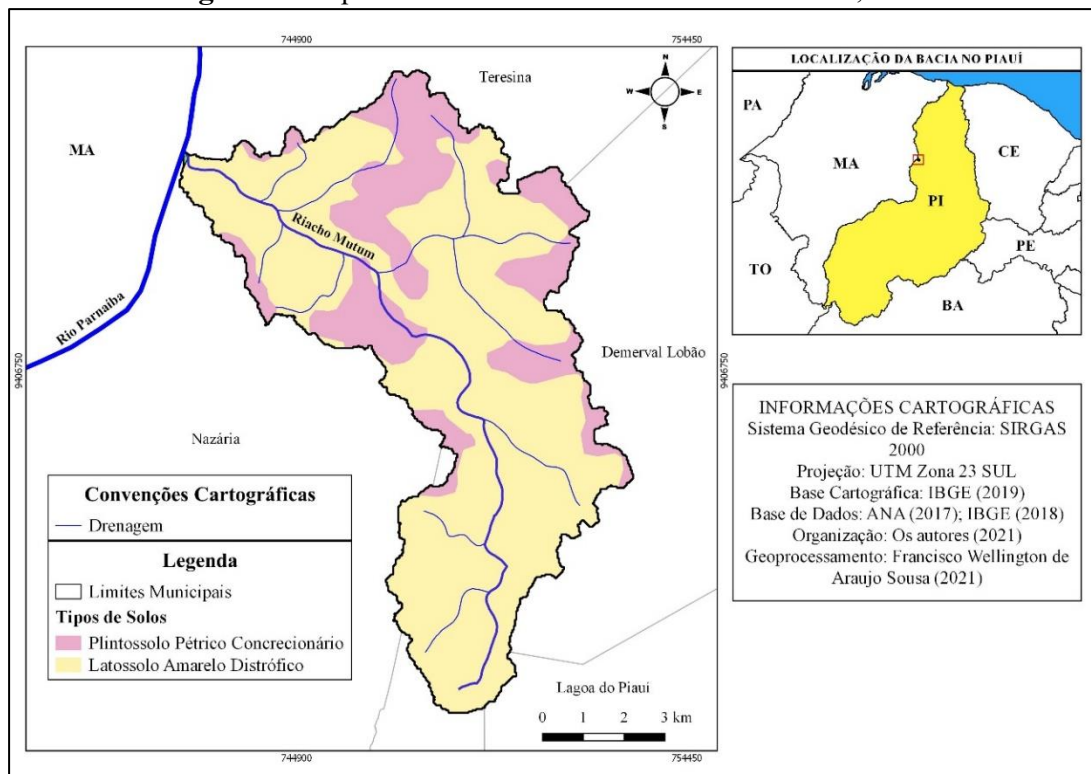
Figura 8. Relevo da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Os autores (2021).

O solo constitui-se de corpos naturais, de partes sólidos, líquidos e gasosos, tridimensionais, dinâmicos, formados por minerais e orgânicos, ocupando a maior parte das extensões continentais da Terra, contêm matéria viva e podem ser modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2018). Esta assertiva valida as características pedológicas da microbacia do riacho Mutum, verificando solos Plintossolo Pétrico Concrecionário e Latossolo Amarelo Distrófico (Figura 9).

Figura 9. Mapa de solos da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2015; 2019). Organizado pelos autores (2021).

Segundo a EMBRAPA (2018), os Plintossolos são solos minerais com capacidade reduzida à percolação da água, podendo encharca-se, ou seja, são mal drenados, apresentam expressiva plintitização com ou sem petroplintita, muitas vezes, expõe horizonte B textural sobre ou coincidente com o horizonte plíntico ou com o horizonte concrecionário, ocorrendo também solos com horizonte B incipiente, B latossólico, horizonte glei e solos sem horizonte B. Usualmente, são solos bem diferenciados, podendo o horizonte A ser de qualquer tipo, tendo sequência de horizontes A, AB seguidos de Bt, Bw, Bi, C ou F ou ainda horizontes A, E seguidos de Bt, C ou F.

O processo pedogenético na sua formação resulta da translocação e transformação, ou seja, não há retirada completa do perfil, há uma transformação de substâncias. Neste processo, há uma redução e translocação de Fe e oxidação e precipitação originando mosqueados, plintita ou petroplintita.

Vale ressaltar que são solos fortemente ácidos, com saturação por bases baixa e atividade da fração argila baixa, típicos de zonas quentes e úmidas, geralmente com estação seca bem definida ou que pelo menos apresentem um período com decréscimo (EMBRAPA, 2018).

Na área em estudo, sua ocorrência está relacionada a terrenos com relevo plano ou suave ondulado, em zonas geomórficas de depressão. Apresenta uma coloração bastante variável, corrobora-se o predomínio de cores pálidas com mosqueados de cores alaranjadas a vermelhas. Apresenta cores avermelhadas na maior parte do perfil (Figura 10).

Figura 10. Detalhe de Plintossolo na microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Horizonte Plíntico

Mistura de material de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro, ou ferro e alumínio, e outros minerais.



Sob a forma de mosqueados



Petroplintita

Fonte: Os autores (2021).

Os Latossolos (Figura 11) são formados por materiais mineral ácidos, não hidromórficos, com horizonte B latossólico. tem avançado estágio de intemperização, muito evoluídos como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. são teoricamente livres de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo e têm capacidade de troca de cátions da fração argila baixa (EMBRAPA, 2018), ainda segunda a mesma, variam de fortemente de bem drenados, a drenagem moderada ou até imperfeitamente drenada, indicando formação em condições atuais ou pretéritas com um certo grau de gleização. Normalmente muito profundos, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos.

Figura 11. Detalhe de Latossolo na microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Os autores (2021).

Os latossolos resultam de processo pedogenético principalmente de perda ou remoção (formação de remoção de base), ou seja, o material é removido para fora do perfil. Com relação aos processos pedológicos verifica-se que há uma expressiva atuação no processo de latolização (ferralitização). Como resultado de intemperização na área, destaca-se relevo plano com apresenta textura arenosa/média, a fraco, epiálico, caulínítico, hipoférrico.

Contexto Geoambiental da microbacia do riacho Mutum

Para a definição das unidades geoambientais utilizou-se principalmente os aspectos do relevo e de geologia para a área de estudo. Dessa forma, Ross (2005) destaca que o conhecimento do relevo se manifesta pela compreensão da paisagem como um todo, onde percebe-se uma relação estreita entre tipos de formas do relevo com os solos e estes com os aspectos da litologia e o tipo climático atuante.

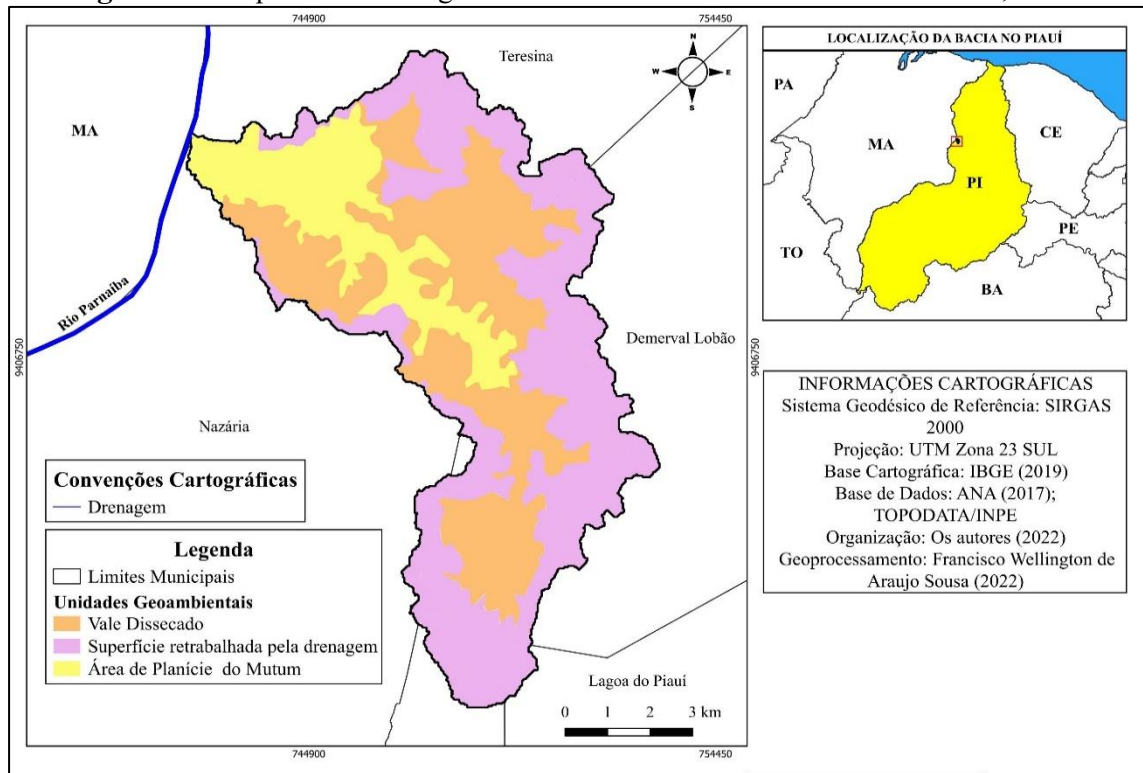
Nesse sentido, a análise integrada entre os mapas de relevo e de geologia, permitiu delimitar três unidades na microbacia do riacho Mutum, visualizada na Tabela 1 e na Figura 12.

Tabela 1. Quantitativo das unidades geoambientais da microbacia do riacho Mutum, Piauí

Classes	Área (Km ²)	% do Total
Área de Planície do Mutum	13,48	17,32
Superfície retrabalhada pela drenagem	36,55	47,00
Vale dissecado	27,76	35,68
Total	77,79	100,00

Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 12. Mapa de unidades geoambientais da microbacia do Riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2015; 2019). Organizado pelos autores.

A área de planície do Mutum é a unidade que apresenta a menor área, com cerca de 13,48 km², representando apenas 17,32% do total da microbacia. Corresponde uma unidade caracterizada por áreas planas, sendo resultantes de acumulação fluvial, portanto próximas ao principal curso dessa microbacia. Dessa forma, as áreas que margeiam os cursos de água localizadas nessa unidade encontram-se em processos de deposição fluvial, principalmente nos períodos de cheias, observando extensas áreas inundáveis (Figura 13). A base geológica é constituída pela Formação Pedra de Fogo e Formação Piauí, enquanto os solos são representados principalmente pelos Latossolos.

Figura 13. Área inundável na unidade Planície do Mutum, trecho do médio curso do riacho.



Fonte: Os autores (2021).

A cobertura vegetal nessa unidade é caracterizada pela Mata dos Cocais, formada pelos babaçuais e em algumas áreas encontram-se os buritizais (Figura 14). Ressalta-se que a ocorrência de uma preservação de vegetação ciliar densa, os processos naturais são predominantes na dinâmica da paisagem.

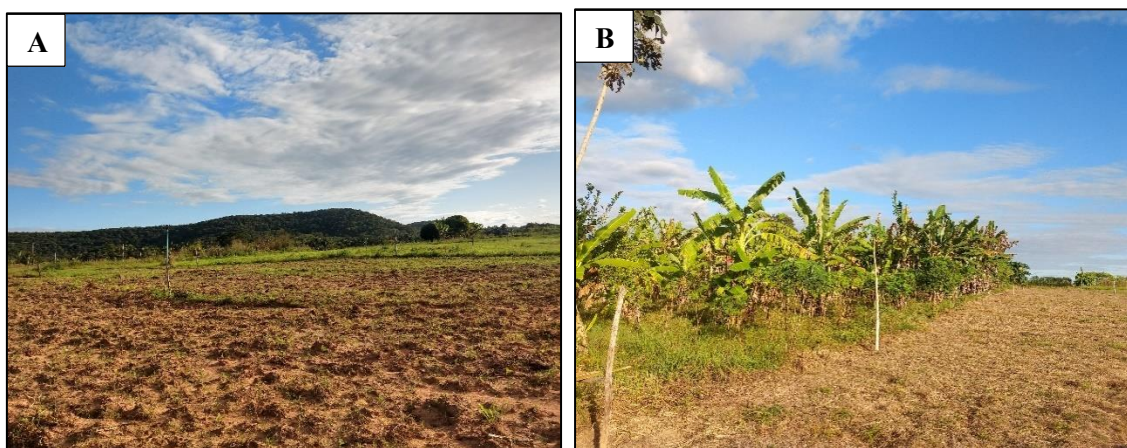
Figura 14. Buritizais localizados na unidade Planície do Mutum.



Fonte: Os autores (2022).

No entanto, como decorrência de atividades antrópicas, a exemplo do uso agrícola (Figura 15) e construção de sítios ao longo das margens do riacho Mutum, também foi observado nessa unidade intensos processos erosivos laminares, evidenciado uma instabilidade para o ambiente. Nesta unidade também se destaca a mineração, baseada na exploração de massará, areias e argilas.

Figura 15. Atividades agrícolas na unidade Planície do Mutum, no trecho do alto curso do riacho



A: cultivo em pousio.; B: lavoura permanente de banana. **Fonte:** Os autores (2022).

A unidade geoambiental Vale Dissecado compreende uma faixa de terrenos com 27,76 km², representando 35,68% do total da microbacia. A constituição litológica é caracterizada por arenitos e siltitos da Formação Piauí, e em algumas áreas afloram os arenitos, silixitos e folhelhos da Formação Pedra de Fogo.

Como consequência dessas condições, observa-se a predominância dos Latossolos Amarelos. A vegetação de Cerrado prevalece nessa unidade, sendo observado a presença em algumas áreas de babaçuais (Mata dos Cocais). Conforme se verificou em trabalhos de campo, no Vale Dissecado ocorrem significativos afloramentos rochosos (Figura 16), em que alguns aspectos de sua morfologia são resultantes da atuação de processos de dissecação, comandados pelos riachos menores.

Figura 16. Afloramentos rochosos na unidade Vale Dissecado, no trecho médio curso do riacho.



Fonte: Os autores (2020).

A superfície retrabalhada pela drenagem é a que apresenta maior área na microbacia com cerca de 36,55 km², representando 47% do total da área estudada. Sua composição geológica é representada principalmente pela Formação Pedra de Fogo e Corda, atingindo altitudes de até cerca de 200 metros, encontrando-se nas classes de declividade ondulado e forte ondulado.

Ocorre a predominância dos solos do tipo Plintossolos Pétrico e em menor proporção espacial os Latossolos Amarelos. Com relação à cobertura vegetal, o cerrado arbóreo (Figura 17) é bem característico nessa unidade. Quanto ao uso da terra, a agricultura e pecuária com predomínio da pequena propriedade tem uma maior representatividade.

Figura 17. Vegetação de Cerrado na unidade Superfície retrabalhada pela drenagem, no trecho do baixo curso do riacho.



Fonte: Os autores (2020).

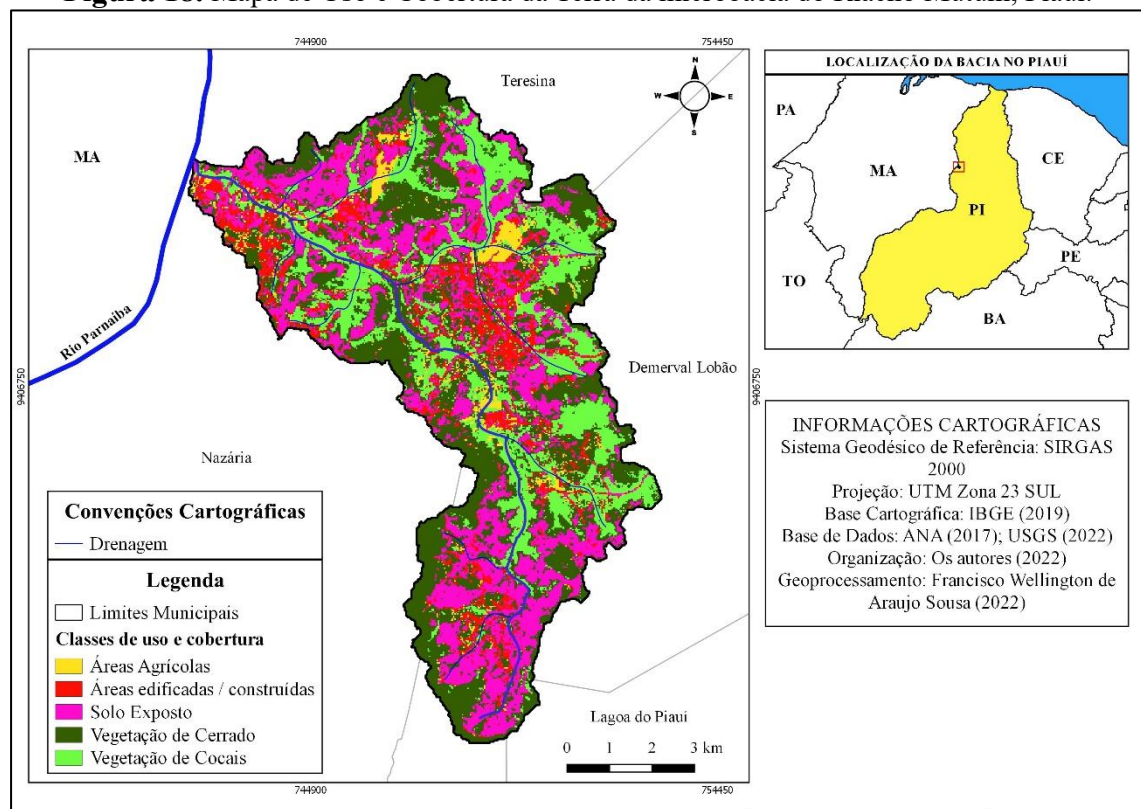
Com relação ao uso e cobertura da terra da microbacia do riacho Mutum, convém ressaltar os diversos tipos de uso, agrupados em 5 classes, a saber: I) Áreas Agrícolas; II); Áreas edificadas / construídas III); Solo Exposto; IV) Vegetação de Cerrado V) Vegetação de Cocais. Suas principais características estão observadas na Tabela 2 e Figura 18.

Tabela 2. Quantitativo das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do riacho Mutum, Piauí.

Classes	Área (Km ²)	% do Total
Áreas agrícolas	3,37	4,33
Área edificadas / construídas	8,17	10,50
Solo Exposto	21,07	27,10
Vegetação de cerrado	29,05	37,34
Vegetação de cocais	16,13	20,73
Total	77,79	100

Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 18. Mapa de Uso e Cobertura da Terra da microbacia do Riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2019); USGS (2022). Organizado pelos autores (2021).]

Desse modo, com base na Tabela 1 verifica-se que a vegetação de Cerrado apresenta o maior percentual de cobertura entre as classes, ocupando 37,34%, e se caracteriza por áreas com vegetação de formações arbóreas com porte superior a cinco metros (Figura 19) e fisionomias arbustivas. Podem ser encontradas entre as espécies arbóreas a faveira de bolota (*Parkia platycephala Benth*), pequizeiro (*Caryocar brasiliense camb.*), aroeira (*Astronium*

urundeuva Engl.), ipê amarelo (*Handroanthus serratifolius*), caneleiro (*Cenostigma macrophyllum* Tul), oiti (*Licania tomentosa*) e jenipapo (*Genipa Americana*).

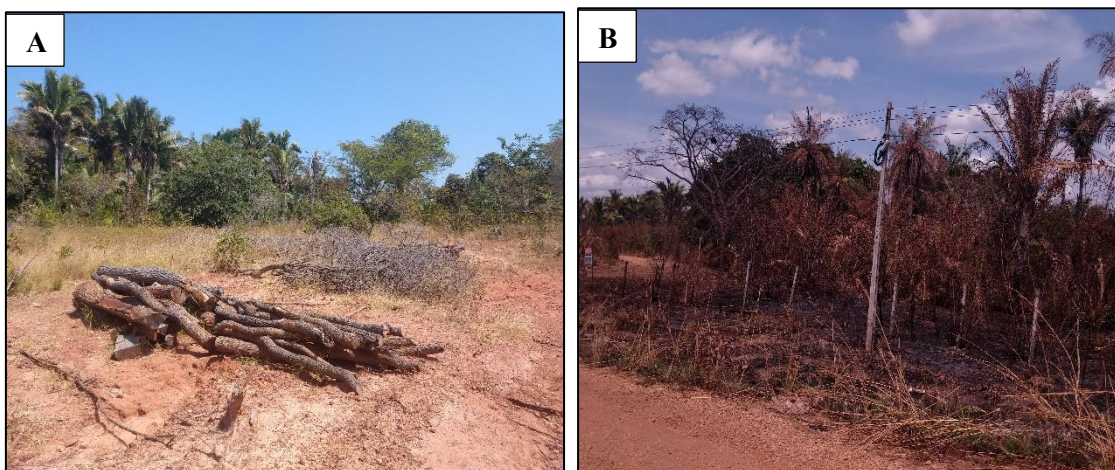
Figura 19. Painel de fotos destacando cobertura vegetal do tipo cerrado arbóreo-arbustivo no trecho do médio curso da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Os autores (2020).

No entanto, essa vegetação encontra-se em muitas áreas da microbacia desmatada, seja para distribuição comercial da lenha (Figura 20-A) ou para o desenvolvimento do cultivo agrícola de subsistência. Esse cenário possibilita o aumento da degradação da paisagem, pois além do desmatamento, a prática das queimadas encontra-se associada. Estas práticas provocam principalmente o empobrecimento dos solos, devido à perda de seus nutrientes, assim como a diminuição da biodiversidade. Na Figura 20-B é destacado vestígio de queimada na margem do riacho Mutum.

Figura 20. Impactos ambientais no trecho do médio curso da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Os autores (2020).

A segunda classe de maior representatividade espacial na microbacia são as áreas com solo exposto e afloramentos rochosos, ocupando 27,10 % do território, o que corresponde a 21,07 km². Os locais com solo exposto correspondem às áreas desprovidas de vegetação (Figura 21), removidos principalmente pelas ações antrópicas, assim como as áreas de extração mineral.

Figura 21. Painel de fotos destacando afloramentos rochosos e solo exposto no trecho do médio curso da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Os autores (2020)

Na microbacia verificou-se grandes áreas onde ocorre o extrativismo mineral, com destaque para a retirada de massará (Figura 22), seixo, assim como de outros minerais utilizados na construção civil e na fabricação de revestimentos residenciais.

Figura 22. Painel de fotos destacando atividade de extração mineral no trecho do baixo curso da microbacia do riacho Mutum.



Fonte: Os autores (2020).

A vegetação de cocais (Figura 23) é a terceira classe de cobertura com maior representatividade espacial na microbacia, ocupando 20,73 % do território, o que corresponde a 16,13 km². A mata de cocais tem como característica, a presença de palmeiras ao longo dos cursos de água, com predominância do babaçu (*Attalea speciosa*) e o buriti (*Mauritia flexuosa*), mas também podem ser encontrados a carnaúba (*Copernicia prunifera*).

Dessa forma, essas formações se encontram principalmente em áreas úmidas dos vales, que na microbacia foram localizadas em longos trechos da planície do riacho Mutum, formando manchas significativas.

A classe das áreas urbanizadas totalizou 8,17 km², ou seja, um setor espacial de 10,50% da microbacia do riacho Mutum. Compreende as áreas urbanas isoladas, caracterizadas pelas áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas.

Figura 23. Mata dos cocais no trecho do alto curso da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Os autores (2022).

Por último, tem-se a classe das áreas agrícolas, que apresentou a menor área representativa, com apenas 3,37,52 km² (4,33%). Compreende as áreas utilizadas para a produção de alimentos, constituídas pelas lavouras temporárias e permanentes (Figura 24). Desse modo, são todas as áreas cultivadas, inclusive as que estão em pousio, ou que estejam localizadas em terrenos alagáveis, assim como os locais de pastagem (IBGE, 2018).

Figura 24. Produção agrícola de mandioca e milho no trecho do médio curso da microbacia do riacho Mutum, Piauí.



Fonte: Os autores (2020).

Na comunidade Mutum em Nazária, localizada no Alto Curso da microbacia, a agricultura irrigada é bem representativa, destacando-se o cultivo permanente de banana e a produção de mandioca, milho e melancia.

CONCLUSÃO

A compartimentação da microbacia hidrográfica do riacho Mutum em unidades geoambientais possibilitou um melhor entendimento da configuração da paisagem da área de estudo, no que se refere aos elementos e processos envolvidos e que caracterizam a dinâmica da microbacia.

Os componentes ambientais ao possuírem uma estrutura geocológica distinta, e sistemas socioeconômicos peculiares, uma vez que existem interações entre ambos, proporciona uma análise dos elementos integrados, facilitando a compreensão da organização do espaço. Em síntese, a interação dos componentes ambientais possibilitou a identificação das unidades, com características específicas e os usos observados na paisagem da microbacia.

Constatou-se a importância da classificação e mapeamento do uso atual da Terra na microbacia, possibilitando analisar as condições socioambientais e verificar as transformações que ocorrem na paisagem, conforme os impactos positivos e negativos identificados.

Nesse sentido, diante da expressividade das formas de uso identificadas faz-se necessário o desenvolvimento de práticas sustentáveis na microbacia, a curto e médio prazos, a fim de conservar os recursos naturais, notadamente no que se refere ao curso principal dessa bacia.

Recomenda-se ações compartilhadas entre a gestão pública visando a proteção da nascente do riacho Mutum e fiscalização quanto ao uso predatório de suas margens, uma vez que existem meios legais para orientar esse uso, de acordo com o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012). Além disso, o desenvolvimento de atividades de educação ambiental formal e não-formal mostra-se como uma ação relevante na sensibilização da população quanto a importância dos recursos hídricos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Ruben da Penha e Wallacy Rawan pelo apoio e ajuda nos campos de pesquisa na área de estudo. Agradecemos também ao Grupo de Pesquisa Geomorfologia, Análise Ambiental e Educação (GAAE) pelos momentos de conhecimento compartilhado entre seus membros.

REFERÊNCIAS

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Bacia hidrográfica ottocodificada do rio Parnaíba. Brasília:** geonetwork, 2017. Escala 1:100.000. Disponível em:

<https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: 22 ago. 2019.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução Francisco M. Guimarães. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1975.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. Cruz, Olga (trad.). **Cadernos de Ciências da Terra**. São Paulo, USP-IGEOG, nº 43, 1972.

BERTRAND, C; BERTRAND, G. **Une géographie traversière: l'environnement à travers territoires et temporalités**. Paris, Éditions Arguments, 2002, 311p.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Tradução: Messias Modesto dos Passos. Maringá: Massoni, 2007.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. *In*: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269-300.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. *In*: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153-192.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. **Código florestal brasileiro**: promulgado em 25 de maio de 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

COSTA, S. S. de L. **Estudos ambientais, caracterização sedimentológica e batimetria do trecho urbano do rio Parnaíba, em Teresina, Piauí, Brasil**. 300f. Tese de Doutorado (Doutorado em Geociências). Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências. Recife, PE, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *In*: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10, 1979, Rio de Janeiro. **Súmula...**Rio de Janeiro, 1979. 83p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

GÓES, A. M. O.; FEIJÓ, F. J. A Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, 1994. 8(1), 57-67.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de geologia e solos da Folha SB 23 Teresina (shp)**. Escala 1:250.000. IBGE, 2018. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa220872> Acesso em: 14 jan. 2019.

IBGE. **Malha municipal e estadual digital do Brasil**: situação em 2019. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: . Acesso em: 04 abr. 2020.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 05 out. 2018.

LIMA, E. A. M.; LEITE, J. F. **Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: integração geológico-metalogenética**: relatório final da etapa III. Recife: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1978. 212 p.

LIMA, I. M. M. F. O relevo de Teresina, PI: compartimentação e dinâmica atual. *In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA — IX ENAMPEGE, 2011, Goiânia. Anais [...].* Goiânia: ANPEGE, 2011. Disponível em: <http://iracildefelima.webnode.com/>. Acesso em: 20 abr. 2022.

LIMA, I. M. M. F. **Morfodinâmica e meio ambiente na porção centro-norte do Piauí, Brasil.** 309f., 2013. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. Belo Horizonte, MG, 2013.

MELO, J. H. G.; LOBOZIAK, S.; STREEL, M. 1998. Latest devonian to early late carboniferous biostratigraphy of Northern Brazil: an update. **Bulletin du Centre de Recherches Elf Exploration Production**, Pau, v. 22, n. 1, p. 13-33, 1998

REIS, A. F. Preservação ambiental no contexto urbano. Cidade e Natureza na Ilha de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)**, v. 12, n. 1, p. 45-61, 2010.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento.** 8. ed. São Paulo: Contexto, 2005.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios ao Planejamento Ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 92p.

SANTOS, J. de O.; SOUZA, M. J. N. de. Abordagem Geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. **Boletim Goiano Geografia.** Goiânia, v. 34, n. 2, p. 215-232, maio/ago. 2014.

SILVEIRA, C. T.; OKA-FIORI, C; FIORI, A. P.; ZAI, C. Mapeamento de declividade de vertentes: aplicação na APA de Guaratuba / Paraná. *In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia / Regional Conference on Geomorphology. Anais.* 2006, Goiânia.

SOCHAVA, V. B. Algumas noções e termos da Geografia Física. **Relatórios do instituto de Geografia da Sibéria e do Extremo Oriente.** 3. 1963. p. 53.

SOCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão.** São Paulo, 1977.

SOUSA, F. W. A.; LIMA, I. M. M. F. Diagnóstico Socioambiental da porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas, Piauí. **Revista da Academia de Ciências do Piauí,** Teresina, v. 2, n. 2, p. 87-104, jan./jun. 2021. <https://doi.org/10.29327/261865.2.2-7>

SOUZA, M. J. N. de. Compartimentação Geoambiental do Ceará. *In: SILVA, J. B. (Org.). Ceará: um novo olhar geográfico.* Edições Demócrito Rocha: Fortaleza – CE, 2005.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Notas sobre a Epistemologia da Geografia.** Cadernos Geográficos, Florianópolis, n. 12, p. 63, 2005.

TEODORO, V. L. I.; TEXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n.20, p. 137-156, 2007.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S. Metodologia para mapeamento geoambiental no oeste do Rio Grande do Sul. *In*: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: **Anais**.2005. p. 3606 a 3615.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

VAZ, P. T.; REZENDE, N. G. A. M.; WANDERLEY FILHO, J. R.; TRAVASSOS, W. A. S. Bacia do Parnaíba. **Geociências**. Petrobras, Rio de Janeiro, maio/nov. 2007. v. 15, n. 2, p. 253-263.