



CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DO MULATO, PIAUÍ

ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF THE MIDDLE COURSE OF THE MULATO STREAM HYDROGRAPHIC BASIN, PIAUÍ

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL CURSO MEDIO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL ARROYO MULATO, PIAUÍ

Géssica Maria Mesquita Monteiro Costa¹

¹Mestra em Geografia - Universidade Federal do Piauí

e-mail: gessicamonteiro.alima@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1258-5953>

Francisco Wellington de Araujo Sousa¹

¹Professor Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Piauí

e-mail: wellingtongeo88@gmail.com

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

Iracilde Maria de Moura Fé Lima²

²Professora Visitante do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO da UFMA

e-mail: iracildemourafelima@gmail.com

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

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar as características ambientais do médio curso da bacia do riacho do Mulato, onde se localiza a lagoa do Mulato. Os procedimentos metodológicos adotados corresponderam à revisão da literatura, a produção de cartografia temática e à atividade de campo como suporte à análise ambiental desta área. Dessa forma, com essa pesquisa possibilitou-se reafirmar a definição do canal principal desta drenagem, como sendo o riacho Mulato, como também a identificação e delimitação das seções do alto, médio e baixo cursos do riacho Mulato, e seu respectivo mapeamento. Além disso, o apoio de imagens de satélite e uso das geotecnologias, permitiram a organização de mapas e gráficos sobre o médio curso do riacho Mulato, associados às fotografias obtidas em trabalhos de campo, buscando a representação da análise ambiental de vários locais, principalmente da lagoa do Mulato e do seu entorno.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Lagoa do Mulato. Análise integrada do ambiente.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the environmental characteristics of the middle course of the Mulato stream basin, where the Mulato lagoon is located. The methodological procedures adopted consisted of a literature review, the production of thematic cartography, and fieldwork to support the environmental analysis of this area. The main results obtained allowed for the reaffirmation of the definition of the main channel of this drainage as the Mulato stream; the identification and delimitation of the upper, middle, and lower course sections of the Mulato stream, and their respective mapping; and that the support of satellite imagery and the use of geotechnologies enabled the organization of maps and graphs of the middle course of the Mulato stream, associated with photographs obtained in fieldwork, seeking to represent the environmental analysis of various locations, mainly the Mulato lagoon and its surroundings.

Keywords: Watershed. Mulato Lagoon. Integrated environmental analysis.



RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo analizar las características ambientales del curso medio de la cuenca del arroyo Mulato, donde se ubica la laguna Mulato. Los procedimientos metodológicos adoptados consistieron en una revisión bibliográfica, la elaboración de cartografía temática y trabajo de campo para fundamentar el análisis ambiental de esta área. Los principales resultados obtenidos permitieron reafirmar la definición del cauce principal de esta cuenca como el arroyo Mulato; la identificación y delimitación de los tramos superior, medio e inferior del arroyo Mulato, y su respectiva cartografía; y que el apoyo de imágenes satelitales y el uso de geotecnologías posibilitaron la organización de mapas y gráficos del curso medio del arroyo Mulato, asociados con fotografías obtenidas en el trabajo de campo, con el fin de representar el análisis ambiental de diversas ubicaciones, principalmente la laguna Mulato y sus alrededores.

Palabras clave: Cuenca hidrográfica. Laguna Mulato. Análisis ambiental integrado.

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre bacias hidrográficas vêm sendo abordados em muitas pesquisas geográficas, sobretudo quando se referem à perspectiva da análise integrada do ambiente. Dessa forma, a perspectiva integrada considera a bacia não apenas como uma unidade física de drenagem, mas como um sistema complexo no qual interagem componentes bióticos, abióticos e antrópicos.

Guerra (2004) conceitua a bacia hidrográfica como uma unidade fisiográfica complexa, definida topograficamente e drenada por um curso d'água ou por um sistema de cursos de água conectados, que carregam sedimentos e materiais dissolvidos em consequência da própria dinâmica fluvial, do uso e ocupação de sua área, bem como dos elementos do quadro socioambiental que a caracteriza.

Para Coelho Netto (2007, p. 97), uma bacia hidrográfica compreende “uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial”. Uma bacia hidrográfica é entendida, na visão de Ross (2019, p. 29), como uma “unidade ambiental natural integrada a partir de uma das variáveis da natureza, o rio principal e seus afluentes que se inter-relacionam com a dinâmica climática, com o relevo, os solos, a base geológica e a cobertura viva vegetal natural ou introduzida pelas atividades humanas”.

Assim, observa-se que mesmo depois da publicação da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como “Lei das Águas”, que instituiu a bacia hidrográfica como a unidade territorial fundamental para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos no Brasil, a caracterização das bacias hidrográficas, para efeito de definição espacial continuou sendo conceituada levando em conta somente os seus aspectos fisiográficos. Anos depois é que as conceituações passaram a considerar também os aspectos econômico sociais, ou seja, os seus usos com atividades humanas, uma vez que esta legislação define a bacia como o recorte espacial ideal por considerar a dinâmica natural do ciclo da água, permitindo uma gestão integrada e participativa.

Desta forma, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas tendo como objeto de análise as bacias hidrográficas na perspectiva da legislação citada. Como exemplo, destaca-se o trabalho de Cunha e Guerra (2006, p. 353) que consideram que “as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta de comportamento das condições naturais e das atividades humanas nela desenvolvidas”. Torres e Machado (2012) também destacam a importância dos estudos das bacias hidrográficas, uma vez que, como unidade espacial possível de delimitação, possibilitam desenvolver ações no campo do planejamento, ordenamento territorial, gestão, manejo e desenvolvimento sustentável nessas unidades territoriais.

Bernardi *et al* (2012) detalham que a utilização da bacia hidrográfica, como unidade de estudo, se constitui uma forma eficaz para a gestão das distintas formas de atividade e uso das potencialidades ambientais, tendo como finalidade projetar, interceder, executar e manusear as melhores formas de apropriação e exploração de seus recursos naturais. Mais recentemente Sousa e Lima (2022) corroboram esta discussão ao destacarem que ao adotar as bacias como

unidade de análise, os resultados darão subsídios ao planejamento ambiental e territorial, além de ser um meio para fundamentar a legislação ambiental no Brasil e em outros países.

Dessa forma, considera-se relevante a discussão voltada para análise ambiental do médio curso da bacia do riacho do Mulato realizada neste trabalho, uma vez que nesta área se encontra uma grande lagoa fluvial, a Lagoa do Mulato, intensamente utilizada para fins econômicos e sociais locais.

Neste sentido, o objetivo dessa pesquisa é analisar as características ambientais do médio curso da bacia hidrográfica do riacho do Mulato, destacando a lagoa do Mulato como um dos importantes elementos no bojo das relações ambientais e socioeconômicas nesta seção da bacia.

Com base nessa discussão, esta pesquisa foi desenvolvida a partir do levantamento teórico-prático e da atividade de campo. Já os mapas constantes neste trabalho foram organizados em pesquisa anterior para serem utilizados na dissertação de Mestrado de uma das autoras deste artigo, como forma de ampliar a análise da área que os mesmos representam. Esses mapas foram elaborados em 2020 por estes autores com o uso do programa QGIs (código aberto ou *software* livre) versão 2.18.1, como forma de encaminhar a análise a partir do mapeamento temático da área.

Os resultados da pesquisa permitiram reafirmar o riacho do Mulato como o canal principal da bacia hidrográfica, a partir de critérios como maior extensão, maior vazão e nível de base mais baixo em relação ao rio Mulato, que passou a ser considerado afluente do riacho Mulato. O estudo também possibilitou a delimitação e o mapeamento das seções de alto, médio e baixo curso da bacia, evidenciando forte controle estrutural e tectônico sobre a drenagem, sobretudo associado ao Lineamento Transbrasiliiano e às falhas geológicas da região.

METODOLOGIA

A natureza da pesquisa fundamentou-se em uma abordagem de cunho qualitativo, pois tem o ambiente natural como fonte direta para coleta de dados (Prodanov; Freitas, 2013). O estudo também apresenta uma abordagem descritiva e explicativa. Quanto aos procedimentos metodológicos, o estudo se desenvolveu com base nas seguintes etapas: pesquisa bibliográfica, trabalhos de campo e elaboração do mapeamento temático da área de estudo.

A pesquisa bibliográfica foi realizada conforme leitura e fichamentos de livros, artigos e outras fontes que apresentam discussões sobre bacia hidrográfica, análise ambiental e estudos integrados em bacias.

Para a definição das seções do alto, médio e baixo curso partiu-se da consideração de que o riacho do Mulato corresponde ao principal canal fluvial da bacia hidrográfica, ao invés do rio Mulato tradicionalmente considerado, uma vez que esse riacho atende aos critérios de maior extensão e maior vazão do canal fluvial dessa bacia. Considerou-se, ainda, a identificação de que o nível de base local do canal do riacho Mulato se encontra abaixo do nível de base local do canal do rio Mulato, antes mesmo da confluência de ambos (Lima, 2010) reforçando, assim, a condição do rio ser afluente deste riacho Mulato. Portanto, a definição do riacho do Mulato como o canal principal desta drenagem, cujo nome de riacho vem de sua nascente principal até a foz dessa rede de drenagem no rio Parnaíba, faz o rio Mulato ser classificado como um de seus afluentes da margem esquerda (Costa, 2021).

Com relação à identificação e mapeamento das seções do alto, médio e baixo cursos do riacho Mulato, utilizou-se como base o mapeamento geológico associado à representação da drenagem dessa bacia, definindo o início e o final dessas seções nos locais de mudanças bruscas da direção do riacho Mulato, uma vez que elas representam o controle geológico sobre a drenagem nesses locais.

Com relação à organização dos mapas de drenagem, da base geológica, das unidades geomorfológicas, dos tipos de solos e da vegetação foram utilizados *shapefiles* da base de dados

que se encontram disponíveis no *site* da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Os dados vetoriais consistem em uma atualização dos estudos de RADAMBRASIL (Brasil, 1973), correspondente à Folha SB.23 – Teresina, sendo que a atualização dos dados foi realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018). Optou-se por esta fonte de mapeamento por ela disponibilizar *shapes* na escala de 1:250.000, enquanto o mapa geológico do Piauí disponibilizado apresenta-se na escala de 1:1.000.000 (Brasil, 2006).

Os arquivos vetoriais da Bacia Hidrográfica Ottocodificada do rio Parnaíba da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2017), também foram utilizados para a confecção dos produtos cartográficos, principalmente o mapa de rede de drenagem da bacia do riacho do Mulato. Com relação ao mapeamento das informações da hipsometria e declividade, os arquivos utilizados foram as folhas SRTM, com formato *geotiff*, 32 *bits* e resolução espacial de 30 m. As folhas utilizadas foram: 06S435ZN e 05S435ZN obtidas de forma gratuita no portal eletrônico (www.dsr.inpe.br/topodata) do banco de dados geomorfométricos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Assim, os mapas organizados neste estudo foram processados no *software Qgis* (código aberto ou *software* livre) versão 2.18.1. Sobre as informações cartográficas, ressalta-se que os produtos cartográficos tiveram como referencial geodésico o Sistema de Referência geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), sendo este o *Datum* oficial adotado no Brasil. Vale destacar que todos os mapas utilizados neste texto foram organizados em 2020, pelos mesmos autores, para integrar originalmente a dissertação de Mestrado sobre a Lagoa do Mulato, formada na bacia hidrográfica do Riacho de mesmo nome (Costa, 2021).

A definição de onde se iniciam e terminam as seções do alto, médio e baixo curso teve como referência básica os mapas geológico e da drenagem nos quais se observam os locais da mudança brusca de direção do canal principal desta drenagem (o riacho Mulato), o que indica forte controle geológico (Costa, 2021). Este controle ocorre geralmente pela presença de falhas e fraturas ou pelo contato entre litologias de diferentes resistências à erosão.

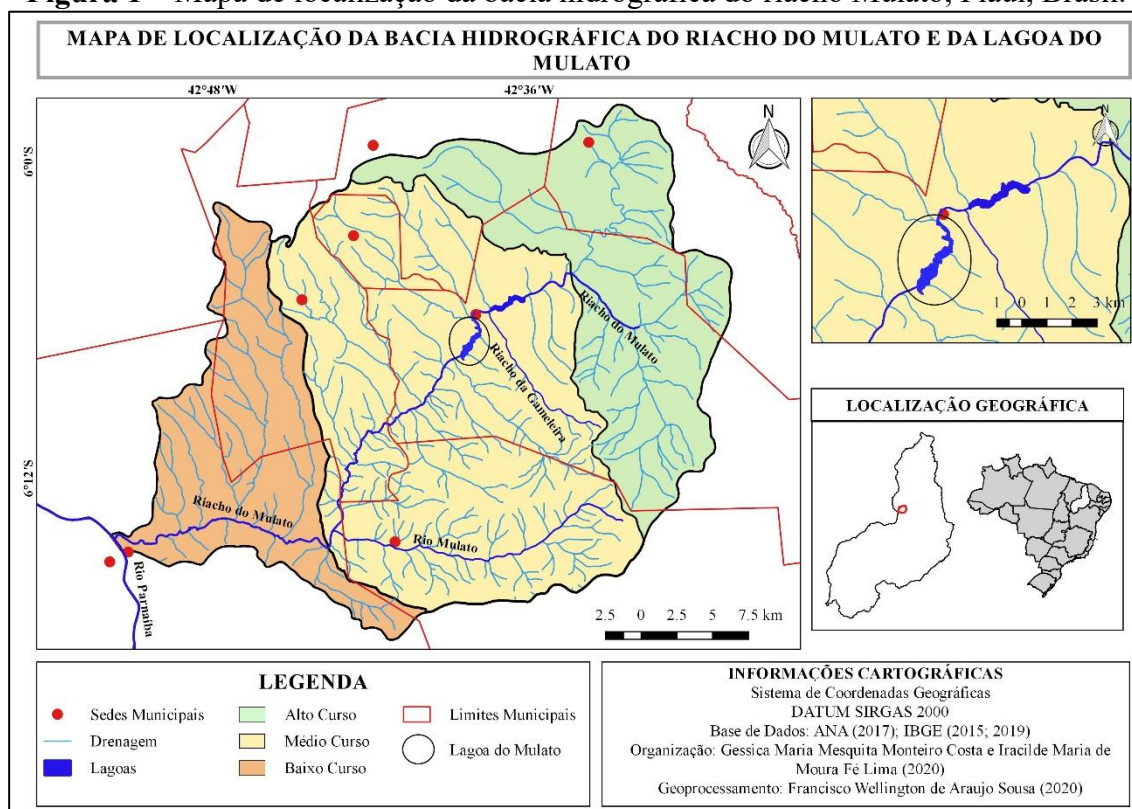
Tendo em vista que na seção deste rio aqui estudada se encontra um sistema lagunar, onde estão delimitadas/visíveis no mapeamento duas grandes lagoas fluviais, optou-se por estudar a segunda, denominada Lagoa do Mulato, a jusante da primeira. Esta escolha se deveu ao fato de que a primeira lagoa nas últimas décadas se encontra totalmente isolada, colmatada e com difícil acesso, tanto pela grande densidade da vegetação nativa do seu entorno como pela ausência de rodovia ou caminhos até suas margens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Localização e Caracterização Geral da Bacia Hidrográfica do riacho do Mulato

A bacia hidrográfica do riacho do Mulato apresenta uma área de 1049,13 km² tendo o seu canal principal uma extensão total de 70,4 km. Sua nascente se localiza numa Chapada no município de Regeneração, a 407 m de altitude, e desemboca no rio Parnaíba, com 83 m de altitude.

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do riacho Mulato, Piauí, Brasil.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2015; 2019). Organizado pelos autores (2020).

Esta bacia ocupa parte do território de oito municípios piauienses: Amarante, Angical do Piauí, Hugo Napoleão, Jardim do Mulato, Palmeiras, Regeneração, Santo Antônio dos Milagres e São Gonçalo do Piauí (Brasil, 1973; Lira Filho; Lima, 2014).

Neste trabalho considerou-se o riacho do Mulato como sendo o rio principal da bacia hidrográfica e não o rio Mulato, retomando uma discussão iniciada no trabalho de Lira Filho (2011). Este autor, tendo como base a entrevista de Lima (2010), concordou com o argumento de que o critério utilizado para nomear como rio principal da rede de drenagem do Mulato foi o antrópico, por ser este o canal conhecido no período de ocupação da região, ainda no século XVIII, na área do povoamento do município de Amarante.

Tempos depois, de Amarante foi desmembrado o município de Regeneração e, em seguida, foi criado o município de Jardim do Mulato, em parte da área de Regeneração. Destaca-se que, antes mesmo da existência do município de Regeneração o canal fluvial conhecido em sua área na época passou a ser chamado de “rio Mulato” mesmo tendo este a sua foz no canal fluvial que recebe o nome de “riacho Mulato” que segue até sua foz no rio Parnaíba. Outro argumento utilizado por essa entrevistada, corresponde ao fato de que desde esses tempos remotos esta drenagem segue até sua foz com o nome de “riacho do Mulato”, caracterizando assim o rio Mulato como um de seus afluentes. Soma-se a este, outros critérios como destaca Lima (2010) que justificam que se considere que o “rio Mulato” seja um afluente do “riacho Mulato, contraditoriamente ao que se convencionou chamar de afluente ao riacho de um rio. São eles: o fato de que o rio Mulato apresenta menores valores de vazão e de extensão do que o canal que é chamado de riacho do Mulato tendo sido, portanto, utilizado inicialmente o critério antrópico para nomear esta drenagem, ou seja, o critério de ocupação e uso mais antigos de suas margens.

Diante desta argumentação, optou-se por considerar os critérios de maior extensão e maior vazão do canal fluvial, dados esses já discutidos em Lira Filho (2011), acrescentando a estes a identificação de que o nível de base local do canal do riacho Mulato se encontra

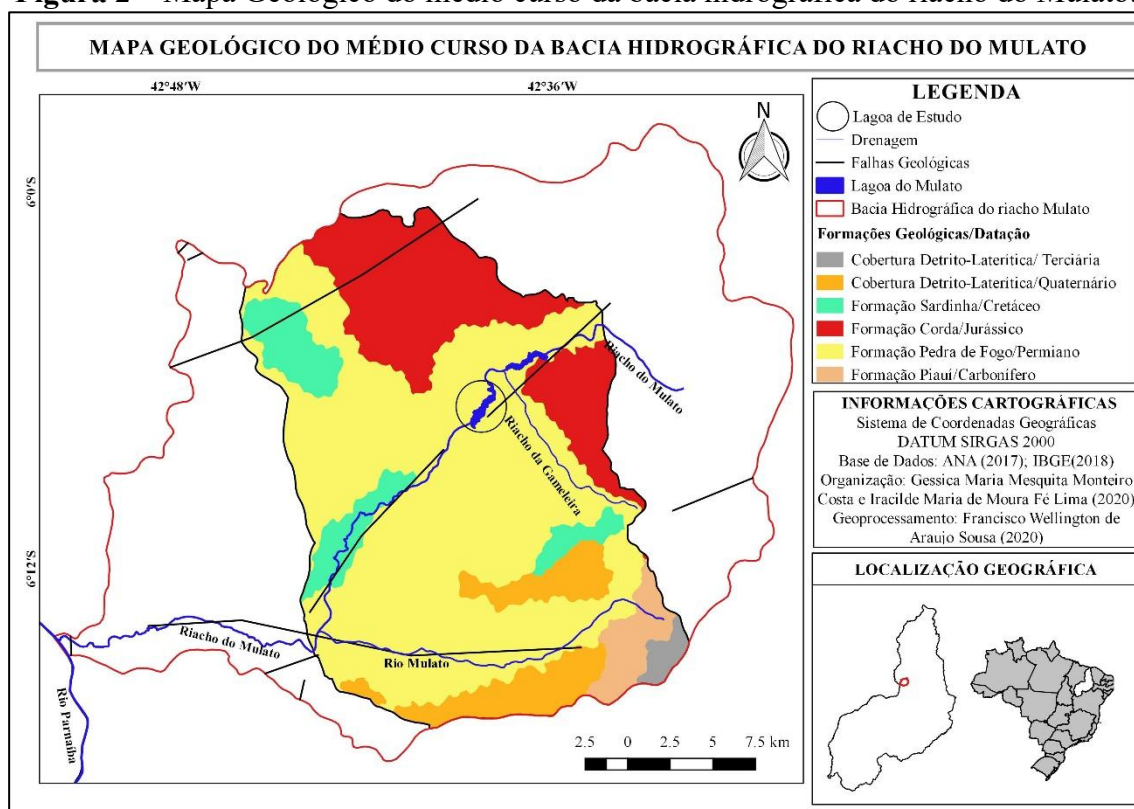
abaixo do nível de base local do canal do rio Mulato desde antes da confluência do rio no riacho (Lima, 2010). Assim, esta evidência corrobora, definitivamente, os demais critérios citados para adotar o riacho do Mulato como o canal principal desta drenagem que compõe a bacia hidrográfica do Mulato, ou seja, desde sua nascente principal até sua foz no rio Parnaíba, ficando o rio Mulato como um de seus afluentes da margem esquerda.

Caracterização Ambiental do Médio Curso da bacia hidrográfica do riacho do Mulato

O médio curso do riacho do Mulato apresenta uma área de aproximadamente 539,16 km² correspondendo a 56% do total da bacia hidrográfica, tendo o riacho do Mulato neste trecho a extensão de 31,80 km. Nesta seção do riacho se formou um sistema lagunar fluvial, onde se destaca uma das lagoas denominada Lagoa do Mulato, pela sua grande extensão e volume de água permanente, localizada no município de Jardim do Mulato.

A base geológica desta seção é representada pelo afloramento de quatro Formações geológicas: Piauí, Pedra de Fogo, Corda e Sardinha com predominância da Formação Pedra de Fogo, além de duas grandes manchas de coberturas detrítico-lateríticas na área da margem esquerda do riacho do Mulato. Uma dessas manchas é datada do Período Terciário e a outra do Período Quaternário.

Figura 2 – Mapa Geológico do médio curso da bacia hidrográfica do riacho do Mulato.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2018). Organizado pelos autores (2020).

Na Figura 2 observa-se também que é na Formação Pedra de Fogo que se encaixa o canal principal desta drenagem, onde se formou a lagoa do Mulato, na porção superior deste médio curso.

Considerando os critérios geológicos que definem a mudança brusca de direção da drenagem, no caso do riacho Mulato, pode-se observar nos mapas deste trabalho que, vindo do alto curso com direção leste/sudeste, o riacho Mulato muda bruscamente para a direção nordeste, se encaixando em um grande falhamento da faixa do Lineamento Transbrasiliiano,

seccionando a Formação Corda, sobreposta à Formação Pedra de Fogo, em praticamente todo o médio curso. No trecho inicial até a primeira lagoa, o seu vale apresenta forte assimetria, pois na margem esquerda ele é bem estreito e na margem direita o vale se alarga em vários metros isolando baixos planaltos esculpidos na Formação Corda.

Nesta área do médio curso, a Formação Piauí aflora como uma pequena mancha no extremo leste/sudeste onde é recoberta por uma camada superficial detrítica-laterítica, no limite com a bacia do rio Canindé, no trecho das nascentes principais do rio Mulato. Seguindo o contorno do Riacho do Mulato, pela margem esquerda do vale do rio Mulato, ocorre outra cobertura detrítica-laterítica datada do Quaternário, portanto, mais recente que aquela formada na área a montante do médio curso.

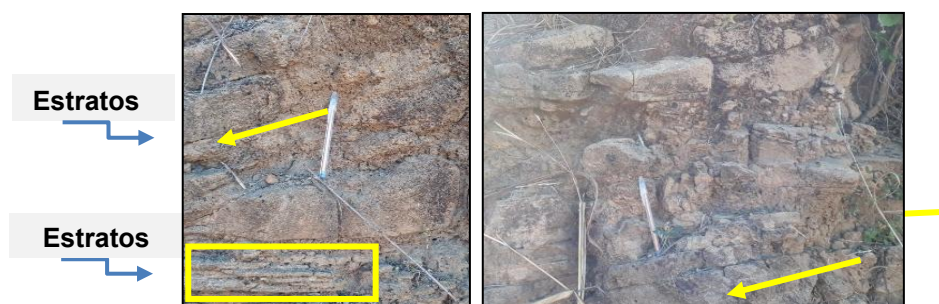
O contato destas coberturas lateríticas para o interior da bacia deste riacho se faz com a Formação Pedra de Fogo. Esta ocorre de forma predominante em toda a área deste médio curso, nas duas margens da lagoa do Mulato, tendo característica litológica aflorante arenítica, notadamente na margem esquerda, considerados arenitos de origem litorânea (Pfaltzgraff; Torres; Brandão, 2010). Na margem direita identificou-se um trecho de afloramento rochoso levemente intemperizado, mas com grande interferência antrópica por corresponder ao trecho de maior ocupação humana deste trecho estudado.

Em trabalhos de campo observou-se alguns aspectos da estratigrafia desta formação que aflora em um pacote de rochas levemente intemperizadas, formando um patamar abrupto de cerca de 10 metros de desnível entre o terraço fluvial/lacustre e o nível da área do seu entorno, num trecho de 30 metros de extensão. Este acompanha o terraço do riacho onde se formou a lagoa do Mulato.

Neste local, as camadas/estratos rochosos mantêm a horizontalidade de sua deposição sedimentar em um trecho, enquanto em outro essas camadas ocorrem em estratigrafia cruzada, observadas em um fragmento de 5 metros (Figura 3). Pode-se inferir então, que seja reflexo local do tectonismo, ou seja, um trecho do espelho da falha da São Francisco, onde o riacho do Mulato se encaixou, favorecendo a formação da lagoa do Mulato.

Essa inferência tem base, ainda, no afloramento da Formação Sardinha que se representa de forma descontínua de diques e *sills* de rochas básicas (diabásio/basalto), tanto no fundo do vale do riacho do Mulato quanto em áreas mais elevadas de seu entorno. Assim, evidencia-se que a dinâmica dessas falhas separou dois blocos distintos, sendo que o bloco sudeste em relação à linha de falha rebaixou-se em relação ao bloco noroeste, pondo em contato as Formações Piauí e Pedra de Fogo (Brasil, 1973), na área dos municípios de São Francisco do Maranhão (MA) e Amarante (PI), ambos ocupando as margens opostas do rio Parnaíba, no Estado do Maranhão.

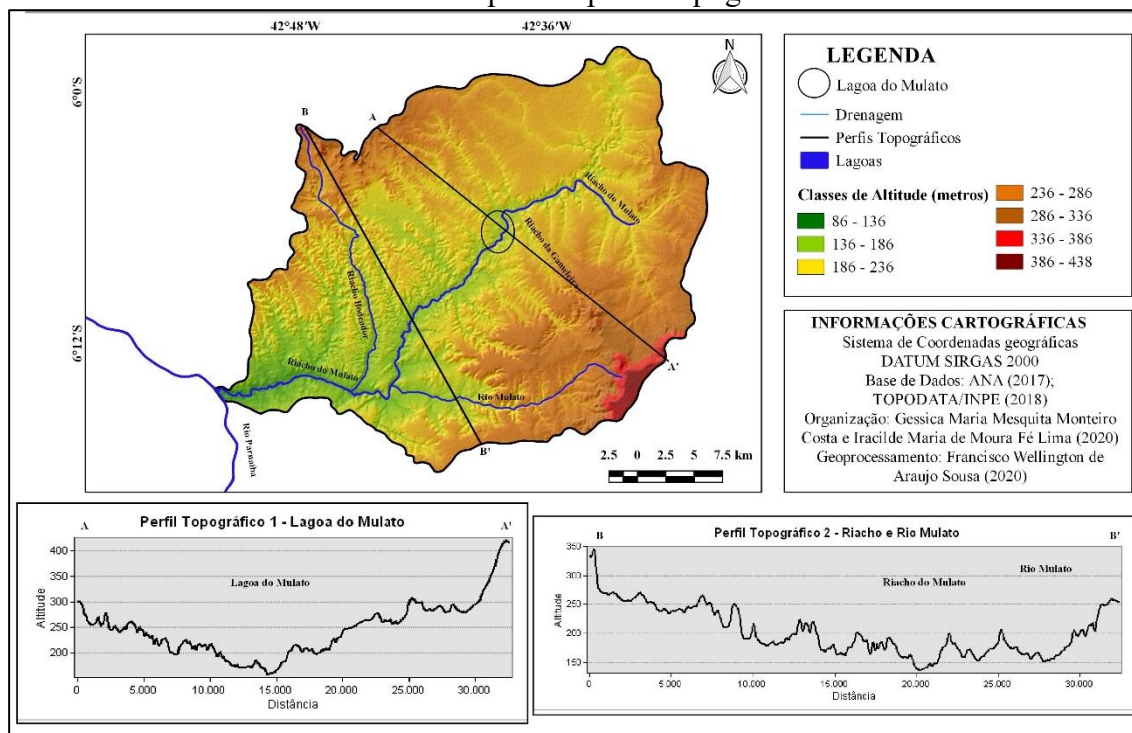
Figura 3 - Fotografias mostrando a estratigrafia dos afloramentos rochosos no contato do terraço fluvial/lacustre da margem direita da lagoa fluvial do Mulato com seu entorno



Fonte: Costa (2020)

A este respeito, o perfil topográfico traçado nesse local (Figura 4), transversalmente à lagoa do Mulato, mostra que a sua margem direita se encontra encaixada num abatimento que forma o limite do seu espelho d'água desta lagoa de noroeste, de cerca de 5 metros em relação ao nível da área de cimeira do relevo local, já antropizado. Nesta área mais elevada foram construídas a rodovia de acesso à cidade de Jardim do Mulato e uma casa residencial de alto padrão; enquanto o lado sudeste dessa lagoa se espria num baixo patamar contíguo à planície fluvial, formando um terraço bastante largo e extenso.

Figura 4 – Mapa hipsométrico do médio curso da bacia hidrográfica do riacho do Mulato com detalhe para os perfis topográficos



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2018). Organizado pelos autores (2020).

Esta observação evidencia a ocorrência de rebaixamento de blocos rochosos por ocasião da formação ou da reativação da falha São Francisco, também no médio curso do riacho Mulato, a montante desses locais citados por Brasil (1973). Nesse sentido, com base em Brasil (2006), observa-se que a margem direita da bacia do riacho do Mulato, no trecho do seu médio curso, apresenta intensa dissecação do diabásio/basalto que aflora de forma significativa nessa área, indicando a formação de diques/sills durante o tectonismo do Jurássico/Cretáceo.

A esse respeito, Lira Filho (2011) afirma que a atual estrutura e a morfoescultura das unidades de relevo da bacia hidrográfica do rio Mulato são resultantes da ação tecnosedimentar e climática pretérita, mas também das ações recentes dos fatores exógenos que atuam sobre a estrutura geológica da área.

Essas intrusões ocorreram em forma de diques/sills decorrente da extrusão magmática quando da formação das falhas normais de São Francisco e do Descanso que apresentam direção geral NE-SO, acompanhadas pelo vale do riacho do Mulato, como também em outros trechos da bacia sedimentar do Parnaíba, como se observa sua grande ocorrência nos municípios de Amarante (Piauí) e de Angical do Piauí, cruzando o rio Parnaíba até o município de São Francisco (Maranhão) (Brasil, 1973).

Em relação às condições climáticas mais recentes, a área da bacia hidrográfica do riacho do Mulato se encontra na faixa de clima de transição do tipo tropical para o semiárido, com temperaturas mínimas de 22°C e máximas de 36°C. Nessa área ocorrem períodos chuvoso e

seco bem definidos ao longo do ano, sendo que as médias anuais de precipitação variam de 1.300 a 1.000mm (Medeiros, 2004).

Quanto a geomorfologia, ocorrem nessa área tipos de relevo denominados morros residuais e planaltos rebaixados, o que indicam ser uma superfície onde predominam intensos processos erosivos, com camadas mais resistentes em alguns trechos, o que mantêm elevados alguns dos topos dos planaltos locais. Essas formas de relevo estão inseridas conforme Lima (2024) na Região Geomorfológica Centro Norte do Piauí.

O riacho do Mulato (Figura 5) tem sua maior extensão no médio curso da bacia. Ao longo desta seção verificou-se que as ocupações humanas ocorrem com maior densidade na margem direita do riacho. Observou-se, no entanto, habitações nas áreas rurais das duas margens desse recurso hídrico, principalmente aquelas que têm relações diretas com o riacho principal dessa drenagem e com a Lagoa do Mulato, como as atividades de pesca e de lazer.

Figura 5 – Fotografia do riacho do Mulato no seu baixo curso, Amarante, Piauí



Fonte: Sousa (novembro de 2019)

A fotografia a seguir (Figura 6) mostra uma visão geral da Lagoa do Mulato, destacando em primeiro plano uma cerca, o que indica o uso de sua margem até o limite do seu espelho d'água, pela população.

Figura 6 – Fotografia da lagoa do Mulato no período sem chuvas, no município de Jardim do Mulato, Piauí

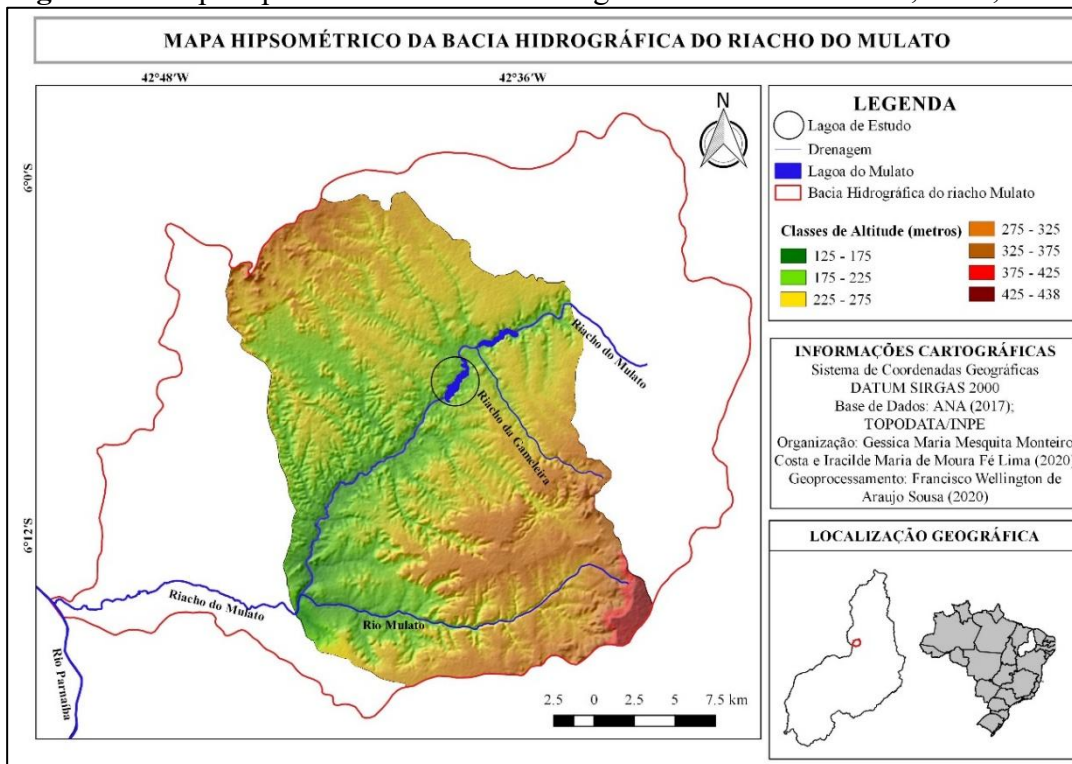


Fonte: Sousa (novembro de 2019)

As cotas altimétricas na área dessa bacia hidrográfica se elevam no sentido transversal à calha principal da drenagem, de oeste para leste, apresentando altitudes que variam de 125 a

175 metros na área dos vales do Riacho do Mulato e seus afluentes, subindo para 200 a 300 metros nos topos dos planaltos rebaixados e morros residuais do tipo mesa e colinas (topos arredondados) onde afloram os diabásios (Lima, 1987). No que diz respeito a área na linha de latitude da lagoa do Mulato, que cruza área dos blocos de rochas movimentados por tectonismo, as cotas altimétricas variam de 209 a 203 metros na sua margem direita, e na sua margem esquerda variam de 156 a 189, metros de acordo com a Carta do DSG (SB2.3. Z-B-II) (Brasil, 1973) (Figura 7).

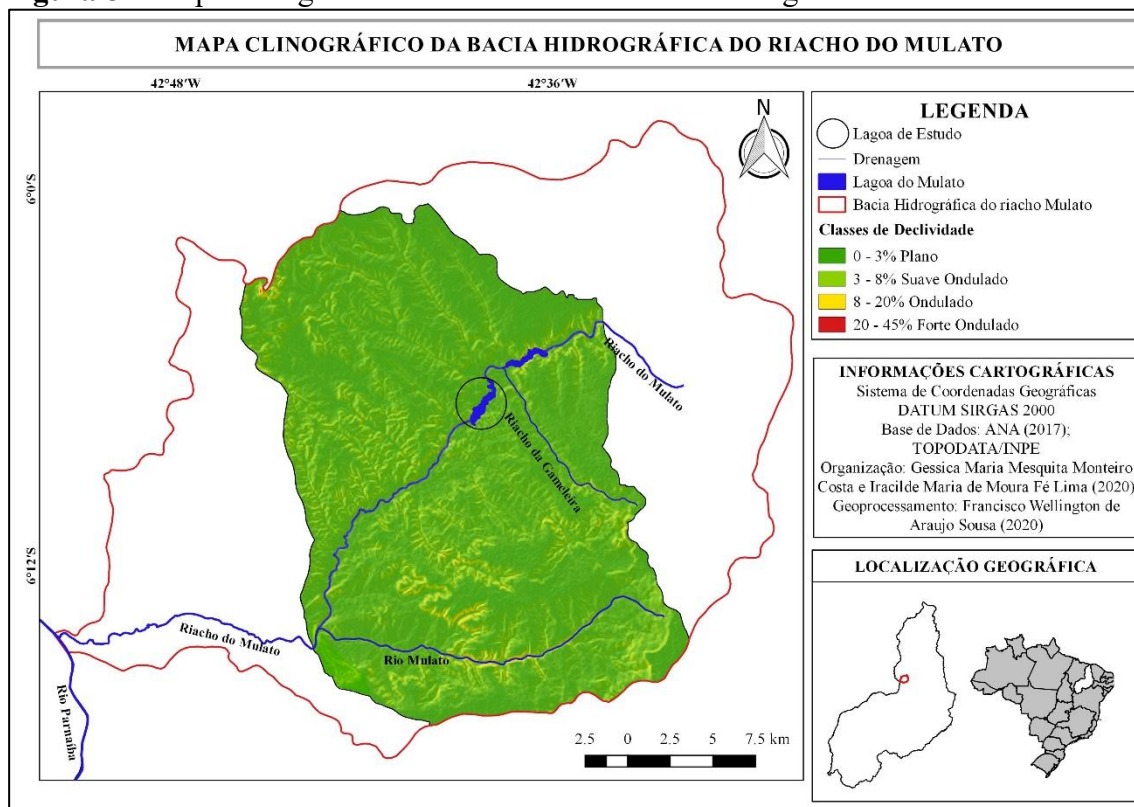
Figura 7 – Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do riacho Mulato, Piauí, Brasil



Fonte: Base de dados – ANA (2017); TOPODATA/INPE. Organizado pelos autores (2020)

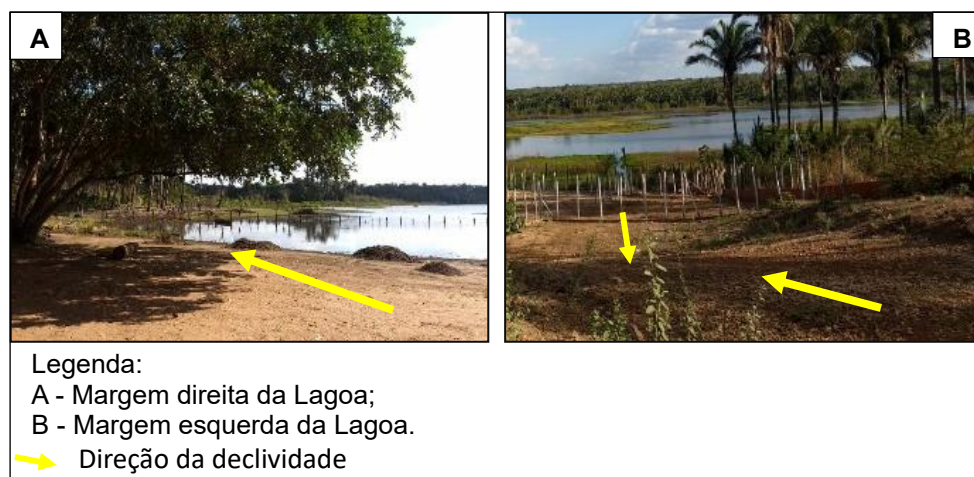
Quanto à declividade, o médio curso apresenta classes de 0 a 3%, ou seja, áreas de relevo plano em pontos mais distantes do leito do riacho do Mulato, principalmente na área de afloramento da formação Corda, em áreas limitantes com o alto curso da bacia. Mas a classe de declividade que predomina nessa secção é de 3 a 8%, demonstrando um relevo suave ondulado e, portanto, já fortemente dissecado, observado no ambiente da lagoa, no mapa das Figuras 8 e 9.

Figura 8 – Mapa clinográfico do médio curso da bacia hidrográfica do riacho do Mulato.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2018). Organizado pelos autores (2020)

Figura 9 – Pannel de fotos que destacam as declividades e o uso no entorno da lagoa do Mulato.



Fonte: Costa (2020)

Contudo, em algumas porções do médio curso, nos limites NW e SE da bacia hidrográfica do Riacho do Mulato, próximos ao município de Regeneração, ou seja, da margem esquerda do riacho Mulato, identificou-se a classe de declividade de 8 a 20% (Tabela 1), caracterizando um tipo de relevo ondulado. Nessa área se encontram comunidades rurais do município Jardim do Mulato, dentre eles o povoado Seriema.

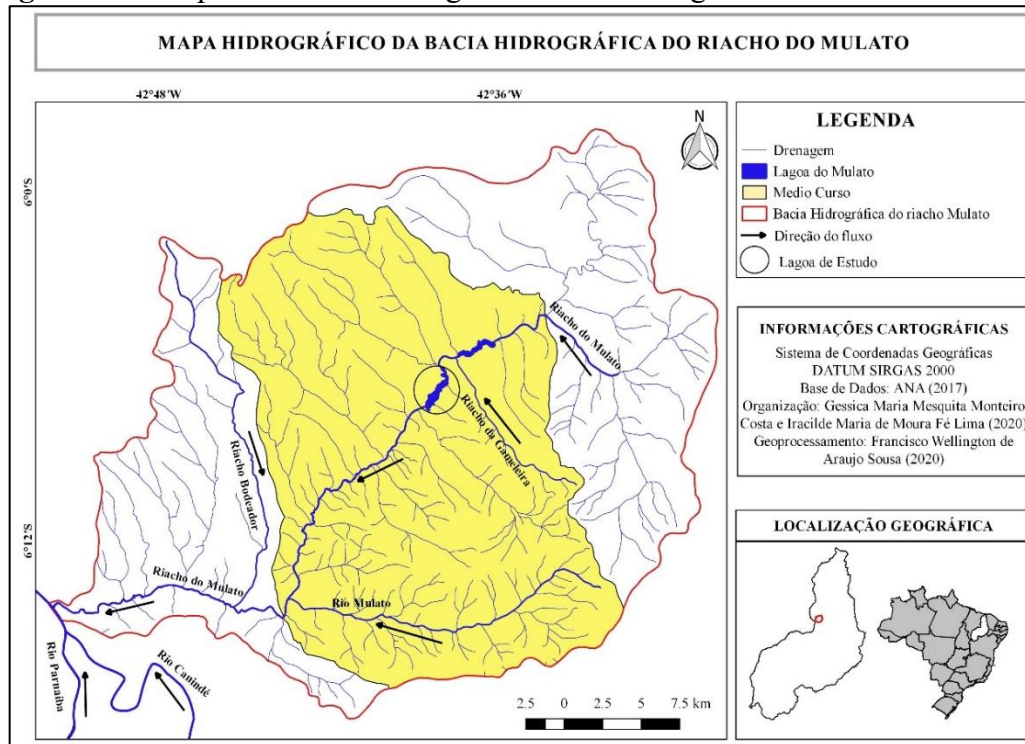
Tabela 1 - Distribuição da altitude e da declividade do médio curso da bacia

Hipsometria (m)	Abrangência	Declividade %	Tipo de relevo
275-325	Trechos no município de Jardim do Mulato e na área urbana de Regeneração	0 – 3	Plano
125-175	Vales do riacho do Mulato e ao longo do ambiente lacustre	3 – 8	Suave ondulado
275-325	Áreas próximas a Regeneração/limite com alto curso	8 – 20	Ondulado

Fonte: Organizado pelos autores (2026)

Considerando que o processo de dissecação decorrente principalmente do trabalho da drenagem da bacia hidrográfica do riacho do Mulato isola planaltos tabulares de pequena extensão com vertentes íngremes numa superfície dissecada, onde predominam morros testemunhas ou residuais do tipo mesa e do tipo colinas, pode-se perceber o comando erosivo da drenagem local como agente dominante de esculturação das formas de relevo. Esta inferência decorre do fato de que, embora o período seco seja maior em número de meses do que o período chuvoso, a ocorrência de chuvas do tipo torrenciais, que se apresentam como enxurradas provocam forte poder erosivo sobre o relevo local, notadamente onde a vegetação é geralmente rarefeita (Lima, 1987) (Figura 10).

Figura 10 – Mapa da rede de drenagem da bacia hidrográfica do riacho do Mulato.



Fonte: Base de dados – ANA (2017). Organizado pelos autores (2020)

Destaca-se, no entanto, que em alguns trechos descontínuos desse médio curso o riacho do Mulato apresenta-se com uma vazão perene durante todo o ano, segundo informações dos moradores locais. Em trabalhos de campo observou-se que nessa área o riacho do Mulato apresenta regime temporário, assim como a maioria de seus afluentes. Este é o caso do riacho

da Gameleira, por exemplo, um de seus grandes afluentes dessa margem esquerda, desagua a montante da Lagoa do Mulato e a jusante da lagoa que a antecede, como se observa na Figura 11, também apresenta regime de vazão temporária e leito rochoso que fica totalmente exposto no período do ano sem chuvas.

Figura 11 – Riacho da Gameleira posição em relação a Lagoa do Mulato



Fonte: Costa (2020)

Este afluente do riacho Mulato é considerado de grande importância para a Lagoa do Mulato, que, mesmo tendo vazão temporária, alimenta a lagoa com um grande volume de água no período chuvoso, contribuindo para que ela permaneça com água durante todo o ano.

Assim, a Lagoa do Mulato se mantém perene, apresentando um espelho d'água atualmente cobrindo uma área de cerca de 99,25 ha no período chuvoso. Com base na Carta do DSG (SB.23.Z-B-II, 1973), observou-se que nos últimos 50 anos esta lagoa já existia, como o principal espelho d'água do sistema lagunar formado ao longo desse eixo de drenagem e que as demais lagoas a montante desta, aparentemente já estavam colmatadas na década de 1970. No entanto, não foi possível verificar em trabalhos de campo a condição atual das demais lagoas desse sistema, tendo em vista que se encontram em área coberta por densa vegetação, sem caminhos que lhes dê acesso.

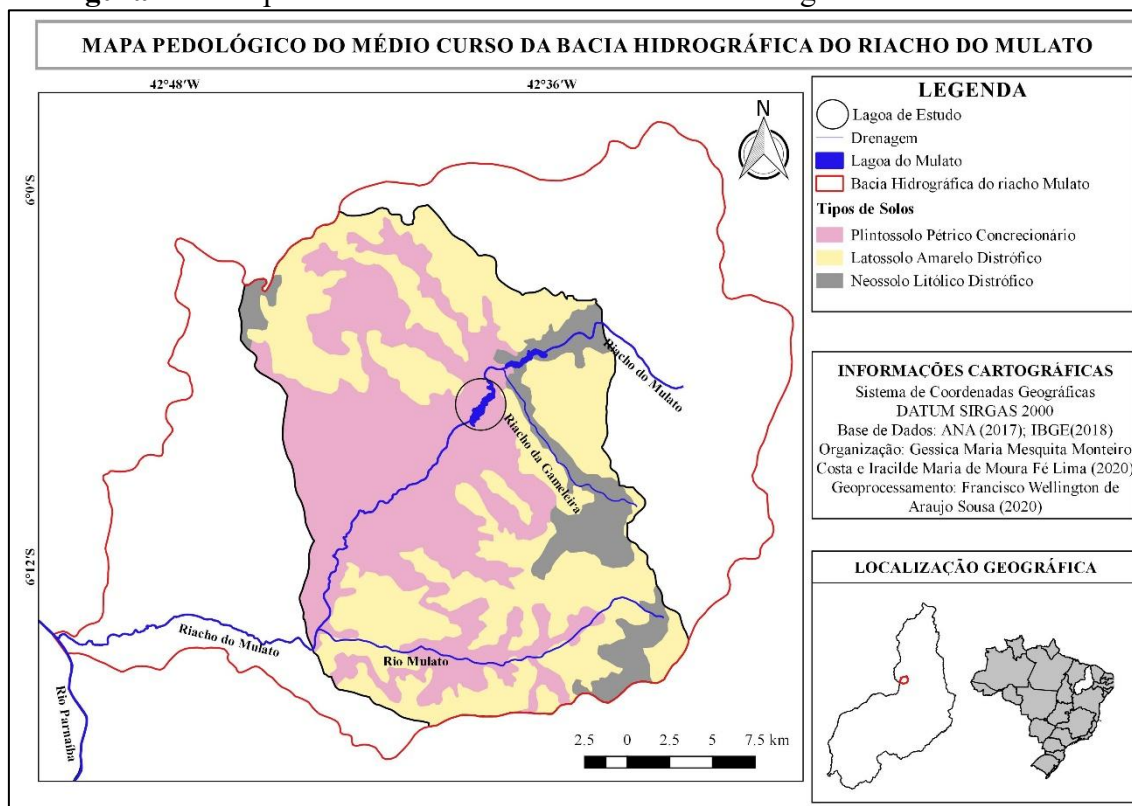
Com relação aos solos que se encontram no médio curso da bacia do Mulato, foram identificados em Brasil (1993) os seguintes tipos: Plintossolos Pétricos Concrecionários, Latossolos Amarelo Distrófico e Neossolos Litólicos Distróficos. Ocorrem notadamente os solos com Coberturas Dentritó-Lateríticas datadas dos Período Terciário e Quaternário nos leitos dos riachos da Gameleira e do Mulato até o trecho de formação da lagoa colmatada, com altitudes que variam entre 170 e 275 m.

Os Neossolos Litólicos estão presentes em áreas de planícies flúvio-lacustres, com altitudes que variam entre 175 e 225 m, em relevo com declividade suave, em locais próximos aos canais dos riachos e parte do canal do rio Mulato. Os solos que ocorrem nos leitos dos riachos Gameleira e Mulato até o trecho de formação das lagoas são os Neossolos Litólicos Distróficos.

Estes solos, com base no mapa pedológico citado, acompanha todo o trecho do riacho da Gameleira e parte do riacho do Mulato, presente em alguns povoados rurais do município Jardim do Mulato, sendo observado algumas manchas desse solo na cidade de Jardim do Mulato. Os Latossolos se encontram em trechos com relevos planos a suave ondulados, em

classes de altitude que variam de 275 a 325 m, principalmente próximo ao município Regeneração, na sub-bacia do rio Mulato (Figura 12).

Figura 12 – Mapa de solos do médio curso da bacia hidrográfica do riacho do Mulato.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2018). Organizado pelos autores (2026)

Os Plintossolos Pétricos Concrecionários encontram-se, notadamente, em todo o trecho da Lagoa Azul, em relevo com declividade suave, com altitudes que variam de 125-175 m, presente no vale do riacho do Mulato, especialmente no limite com o baixo curso. Em altitudes mais elevadas, de 175-225 m, ocorrem ao longo dos leitos dos riachos Gameleira e um pequeno trecho do rio Mulato, mas sempre associados aos vales fluviais, onde geralmente ocorre variações no nível freático.

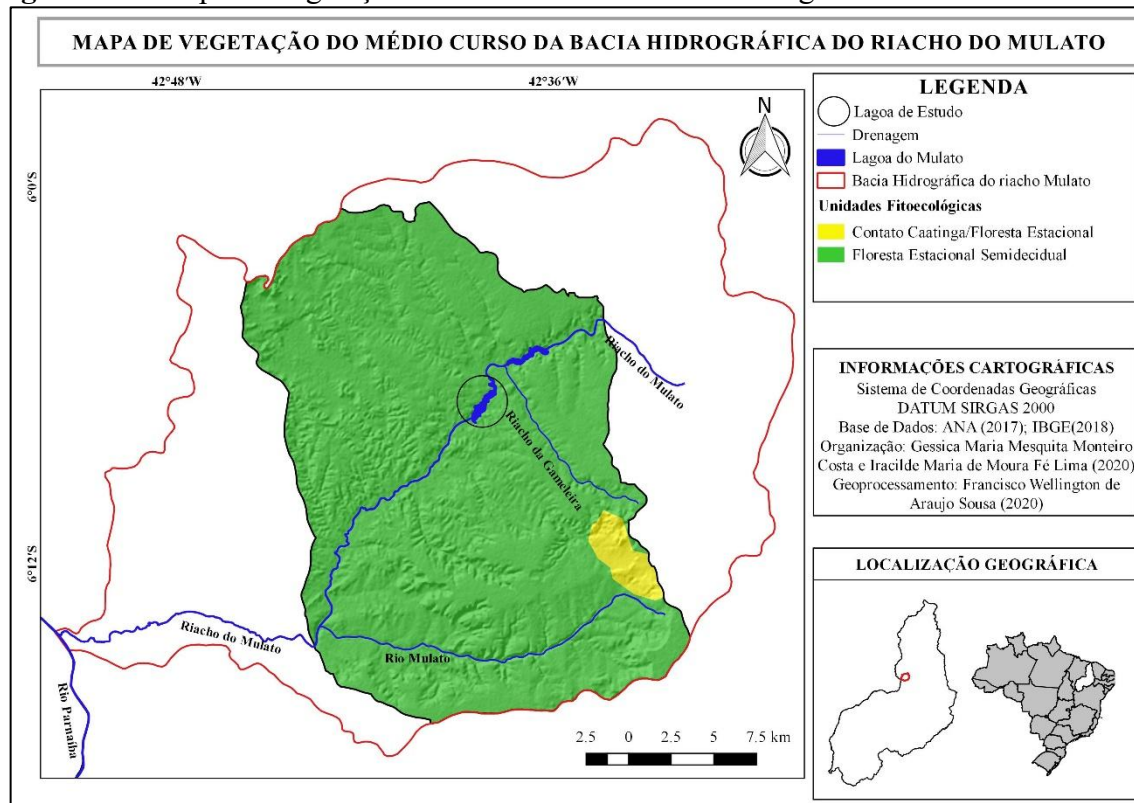
Quanto à vegetação, observou-se nos mapeamentos da ANA (2017) e do IBGE (2018) e posterior verificação em campo, que em alguns trechos desta bacia hidrográfica ocorrem os seguintes tipos de formações vegetais: floresta estacional semidecidual e contato savana-estépica (caatinga) com floresta estacional (IBGE, 2012).

Segundo Lira Filho (2011) a vegetação de toda a bacia hidrográfica do riacho do Mulato está inserida numa área de transição de ecossistemas que compreendem estratos arbóreos, arbustivos e herbáceos. As espécies vegetais mais abundantes no médio curso são as palmeiras Babaçu (*Orbynia martiana*) com seus 10 a 15 metros de altura, e presença marcante no entorno da lagoa, principalmente na margem esquerda (Figuras 13 e 14). Além desta, aparecem em menor expressão outras palmeiras como a carnaúba (*Copernicia cerifera*), de 15 a 20 m e o buriti (*Mauritia vinifera*) (Baptista, 1975).

Ressalta-se que dentre alguns tipos de unidades vegetacionais que mais raramente são encontradas nas paisagens do perímetro da lagoa tem-se como exemplo o Pequi (*Caryocar brasiliense*), espécie típica do cerrado. Já as espécies da caatinga são encontradas neste médio

curso nas porções mais elevadas do divisor topográfico das sub-bacias do rio Mulato/riacho Gameleira, onde o solo predominante é do tipo latossolo amarelo.

Figura 13 – Mapa de vegetação do médio curso da bacia hidrográfica do riacho do Mulato.



Fonte: Base de dados – ANA (2017); IBGE (2018). Organizado pelos autores (2026)

Figura 14 – Foto da cobertura vegetal e o uso da terra nas duas margens da lagoa do Mulato



Fonte: Costa (2020)

Observa-se, assim, que praticamente toda a área do médio curso apresenta vegetação Estacional Semidecidual, adaptada para estações com chuvas intensas no verão e escassez no inverno. Nas paisagens do entorno da lagoa do Mulato identificou-se em trabalhos de campo uma relativamente densa presença de palmeiras como o babaçu, característico das Mata dos Cocais, que geralmente ocorre associada ao bioma cerrado.

Com relação à fauna, notou-se com os trabalhos de campo alguns animais silvestres, como por exemplo, a Seriema (*Cariama cristata*) e a Coruja buraqueira (*Spetyto cunicularia grallaria*). Dentre os insetos encontram-se com maior frequência uma variedade de saúvas do gênero (*Attas*) (Baptista, 1975).

CONCLUSÃO

Diante dos resultados encontrados, pode-se afirmar a relevância deste trabalho na ampliação da discussão sobre a bacia hidrográfica do riacho do Mulato, com destaque para alguns aspectos.

O primeiro, correspondeu à possibilidade de reafirmar a definição do canal principal desta drenagem, com base em argumentações geográficas: que o riacho Mulato, ao invés do rio Mulato, corresponde ao canal fluvial principal da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Mulato, ao contrário do era considerado tradicionalmente, desde o povoamento desta região do Piauí. O segundo consistiu na identificação e delimitação das seções do alto, médio e baixo cursos do riacho Mulato, e seu respectivo mapeamento.

No médio curso da bacia, verificou-se a predominância da Formação Pedra de Fogo, associada a coberturas detrítico-lateríticas do Terciário e Quaternário, além da ocorrência das formações Piauí, Corda e Sardinha. Essa base geológica sustenta variados tipos de relevo e suas resistências maior e menor aos processos de dissecação elaborada principalmente pelo comando dos canais fluviais. Os resultados indicaram, ainda, que a dinâmica tectônica pretérita relacionada às falhas regionais, especialmente vinculadas ao Lineamento Transbrasiliano e à Falha São Francisco, exerceu forte influência na compartimentação do relevo, na dissecação da paisagem e na formação da Lagoa do Mulato.

Conclui-se que a análise integrada do médio curso da bacia hidrográfica do riacho do Mulato permitiu compreender as relações entre geologia, relevo, drenagem, solos, vegetação e uso humano da paisagem. O estudo reforça a relevância das bacias hidrográficas como unidades de planejamento e gestão ambiental, além de destacar a necessidade de conservação da Lagoa do Mulato e de seu entorno diante das pressões antrópicas observadas. A utilização de geotecnologias, associada aos trabalhos de campo, mostrou-se essencial para a representação cartográfica e para a interpretação das dinâmicas ambientais da área estudada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO/UFPI e ao Grupo de Pesquisa: Geomorfologia, Análise Ambiental e Educação (GAEE) do qual somos membros.

REFERÊNCIAS

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017.

BAPTISTA, João Gabriel. **Geografia física do Piauí**. 2 ed. Teresina, 1975.

BERNARDI, Ewerthon Cezar Schiavo; PANZIERA, André Gonçalves; BURIOL, Galileo. Adeli; SWAROWSKY, Alexandre. Bacia Hidrográfica como unidade de gestão ambiental. *Disciplinarum Scientia*. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2012.

BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Folha SB.23 Teresina e parte da folha SB.24 Jaguaribe; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra.** SUDENE. v. 2, Rio de Janeiro, 1973.

COELHO NETTO, Ana Luiza. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 93-148.

BRASIL. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Ministério de Minas e Energia. **Mapa Geológico do Estado do Piauí.** 2ª Versão. Teresina, 2006.

COSTA, Gêssica Maria Mesquita Monteiro. **Análise Geoambiental da Lagoa do Mulato, Município de Jardim do Mulato, Piauí.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2021.

CUNHA, Sandra Baptista da.; GUERRA, Antonio José T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente.** 6. ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2006. 372p.

GUERRA, Antonio José Teixeira. **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico da vegetação brasileira.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Mapa geológico.** Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades.** 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2019.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Relevo piauiense: uma proposta de classificação. **Carta CEPRO**, Teresina, v. 12, n. 2, p. 55-84, ago./dez. 1987.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. **Entrevista: drenagem da bacia hidrográfica do riacho do Mulato.** Concedida a Marcos Aurélio Lira Filho. Teresina, ago., 2010.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Geomorphology of State of Piauí. In: CLAUDINO-SALES, V. C. de; SOBRINHO, J. F. (Org.). **Geomorphology of the Northeast Region of Brazil.** 1 ed. Switzerland AG: Springer Cham, 2024, v. 1, p. 49-79.

LIRA FILHO, Marco Aurélio da Silva. **Análise Geoecológica em bacia hidrográfica: estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Mulato.** 2011. Monografia (Licenciatura Plena em Geografia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

LIRA FILHO, Marco Aurélio da Silva; LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Tectônica paleo mesozóica e suas implicações geológico geomorfológicas nas paisagens da bacia hidrográfica do rio Mulato Piauí/Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 26, 2014, Gramado. **Anais [...].** Santa Catarina, 2014.

Disponível em: <https://iracildefelima.webnode.com/sobre-piaui/>. Acesso em: 28 set. 2019.

MEDEIROS, Raimundo Mainar. **Estudo agrometeorológico do Estado do Piauí**. Teresina, ed. do autor, 2004.

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos; TORRES, Fernanda Soares de Miranda; BRANDÃO, Ricardo de Lima (org.). **Geodiversidade do Estado do Piauí**. Recife: CPRM, 2010.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Bacia Hidrográfica: unidade de análise integrada. In: MORATO, Rubia Gomes; KAWAKUBO, Fernando Shinji; GALVANI, Emerson; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches (orgs.). **Análise integrada em bacias hidrográficas: estudos comparativos com distintos usos e ocupação do solo**. São Paulo: FFLCH/USP, 2019, p. 27-43.

SOUSA, Francisco Wellington de Araujo; LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Uso da terra e impactos socioambientais na porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas, Piauí. In: VALLADARES, Gustavo Souza; ANDRADE, Carlos Sait Pereira de; SANTOS, Raimundo Wilson Pereira dos. **A geografia na gestão ambiental do território rural/urbano e do turismo**. Sobral, CE: Sertão Cult, 2022, p. 149-164.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; MACHADO, Pedro José de Oliveira. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.