



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Análise e caracterização dos aspectos do relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado – Tocantins

Lucas da Silva Ribeiro¹, Luís Eduardo de Souza Robaina², Sandro Sidnei Vargas de Cristo³

¹ Mestrando em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM), CEP: 97.105-900, Santa Maria (RS), Brasil, Tel.: (+55 55) 3220-8639, lucassilvaribeiro12@gmail.com (autor correspondente). ² Professor doutor do Curso de Geografia e do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM), CEP: 97.105-900, Santa Maria (RS), Brasil, Tel.: (+55 55) 3220-8639, lesrobaina@yahoo.com.br. ³ Professor doutor do Curso de Geografia e do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Laboratório de Geoprocessamento (LABGEOP), CEP: 77.500-000, Porto Nacional (TO), Brasil, Tel.: (+55 63) 3363-9435, sidneicristo@mail.uft.edu.br.

Artigo recebido em 11/03/2021 e aceito em 23/08/2021

RESUMO

O trabalho apresenta uma análise e caracterização de aspectos do relevo na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado, tendo como base parâmetros morfométricos. A bacia hidrográfica está localizada na porção central do estado do Tocantins inserida nos municípios de Aparecida do Rio Negro, Lajeado, Tocantínia e Palmas (capital do estado). Destaca-se a presença parcial de duas Unidades de Conservação da Natureza, a Área de Proteção Ambiental Serra do Lajeado e o Parque Estadual do Lajeado. Utilizou-se como base o Modelo Digital de Elevação, (SRTM interpolado pelo TOPODATA/INPE). Gerou-se os produtos cartográficos via os softwares Arcgis 10.5 e QGIS 3.14.15. Os resultados demonstram que na área de estudo predomina uma rede de drenagem retangular, elevada densidade de drenagem e assimetria da bacia que se associam ao substrato de folhelhos e a um significativo controle tectônico. O relevo pode ser caracterizado como uma superfície planáltica fragmentada, dissecada, com vales encaixados onde os interflúvios são levemente ondulados a tabulares com encostas escarpadas originadas por processos erosivos regressivos.

Palavras-chaves: Geotecnologia, Análise Morfométrica, Elementos de Relevo, Bacia do Ribeirão do Lajeado

Analysis and characterization of the landforms of the Ribeirão Lajeado hydrographic basin - Tocantins

ABSTRACT

The work presents an analysis and characterization of the landforms in the hydrographic basin Ribeirão Lajeado, based on morphometric parameters. The hydrographic basin is located in the central portion of the state of Tocantins inserted in the municipalities of Aparecida do Rio Negro, Lajeado, Tocantínia and Palmas (state capital). We highlight the partial presence of two Nature Conservation Units, the Serra do Lajeado Environmental Protection Area and the Lajeado State Park. The Digital Elevation Model (SRTM interpolated by TOPODATA/INPE) was used as the basis. The cartographic products were generated with software Arcgis 10.5 and QGIS 3.14.15. The results demonstrate that in the study area, a rectangular drainage network, high drainage density and basin asymmetry, which are associated with the shale substrate and a significant tectonic control. The landforms be characterized as a fragmented planaltic surface, dissected by a sparsely dense drainage, with recessed valleys where the interfluviums are slightly undulating to tabular with steep slopes originated by regressive erosive processes.

Keywords: Geotechnology, Morphometric Analysis, Relief Elements; Ribeirão do Lajeado Basin

Introdução

Os estudos do relevo são base para analisar os processos superficiais que condicionam as diferentes formas de uso e ocupação humana. Segundo Cassetti (1994) a Geomorfologia é uma ciência que tem por objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender as relações

processuais pretéritas e atuais. Assim, percebe-se que o autor destaca não só a importância do estudo da Geomorfologia por si só, mas porque o seu emprego permite a compreensão dos processos que ocorreram no passado e que apresentam relação com as diferentes formas do presente.

A modificação do relevo se dá através de um sistema natural com vários elementos que

desenvolvem os processos. Estes elementos atuam na esculturação do relevo, modificando-o constantemente, na forma de processo de retroalimentação, com entrada e saída de energia, característica de um sistema aberto.

Segundo Bertolini *et al* (2021) o relevo é o resultado da conjugação de processos de ordem superficial e profunda que se sucedem ao longo de tempos mais ou menos curtos e conformes às características e condições dos materiais que o compõem. Ainda estes autores destacam que a partir do estudo e da relação entre processos, materiais e formas, a geomorfologia procura compreender a formação e transformação do relevo ao longo do tempo e espaço.

Neste sentido, Lavor *et al* (2020) destacam que a análise do relevo e a geometria dos padrões de drenagem de uma determinada região, é capaz de revelar potencial natural existente na área, facilitando a identificação de áreas de risco, ambientes frágeis, impactos ambientais, interferência antrópica e dinâmica da evolução natural da paisagem.

Assim, os estudos relacionados as características do relevo geram várias informações de suma importância. Para Silva *et al* (2020) esses trabalhos com o apoio e a utilização de técnicas da cartografia geomorfológica de detalhe contribui com informações ao planejamento territorial ambiental com indicativos da evolução do relevo.

Os Estudos de relevo se destacam com a utilização de medidas quantitativas em ambientes de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que tem se ampliado nas últimas décadas. Wood (1996) indica que a parametrização do relevo se refere a representação quantitativa de características da paisagem morfológica e que são continuamente descritos por equações e desta forma geram os modelos de representação numérica da altimetria que derivam em atributos topográficos.

Silveira *et al* (2014a) destacam que essa quantificação de dados denominada como geomorfometria tem sido impulsionado pelo avanço da informática e das geotecnologias. Conforme Trentin *et al* (2012) as análises geomorfológicas com uso dos SIG, proporciona maior agilidade no levantamento e processamento das informações, facilitando espacialização dos dados. Scheren e Robaina (2019) destacam a importância do uso das ferramentas de SIG e Modelo Digital de Elevação (MDE), pois apoiam o pesquisador na investigação do relevo e na sua espacialização em determinada área de estudo. Petsch *et al* (2020), usando metodologia proposta por Jasiewicz e Stepinski (2013), indicam que a

geração do MDE com alta resolução espacial e acurácia vertical, tem proporcionado uma classificação automática com condições para desenvolver os mapeamentos das feições do relevo com rapidez e precisão.

Diversos trabalhos, desenvolvidos no Brasil, nos últimos anos, têm utilizado a classificação automatizada do relevo pelo cruzamento de informações e atributos topográficos gerados em SIG. Alguns trabalhos que serviram de base para essa análise, cita-se a seguir: Silveira *et al*. (2014a) que analisando o relevo paranaense e apresentando proposta de particionamento do relevo em 18 classes; Trentin *et al*. (2015) em estudo na bacia do Rio Itu/RS classificando o relevo com base na declividade e forma das encostas; Knierin *et al*. (2015) realizaram o zoneamento das unidades do relevo na bacia hidrográfica do Arroio Inhandiju no Rio Grande do Sul. Trentin e Robaina (2016) determinaram os principais tipos de encostas na bacia do Rio Ibirapuitã, Oeste do Rio Grande do Sul; Almeida *et al*. (2016) realizaram a compartimentação morfométrica da bacia do Rio Cocó, no estado do Ceará, como subsídio a análise de fragilidade ambiental; Padilha e Souza (2017) identificaram as características morfométricas do relevo e da drenagem da bacia hidrográfica do Rio Carapá nos municípios de Colíder e Nova Canaã do Norte/MT; Furlan *et al* (2018) analisaram o relevo da bacia hidrográfica do Arroio Carijinho, na porção central do estado do Rio Grande do Sul; Magalhães e Rodrigues (2020) aplicaram parâmetros morfométricos no estudo do relevo das bacias do Rio Santo Antônio e Ribeirão Grande, Serra da Canastra, Sudoeste de Minas Gerais. Bertolini *et al* (2021) avaliaram se os índices morfométricos analisados são indicativos ou não de maturidade do relevo e de influência tectônica na região hidrográfica da Várzea – norte do Estado do Rio Grande do Sul, no contexto da alta bacia do rio Uruguai.

Neste sentido o presente trabalho apresenta uma análise e caracterização do relevo na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado, tendo como base parâmetros morfométricos da hidrografia e do relevo como altitude, declividade, amplitude e comprimento das vertentes.

Material e Métodos

Área de Estudo - a bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado tem uma área com cerca de 616,29 km², e esta localizada na porção central do estado do Tocantins, da qual, 15% de sua área encontra-se no município de Aparecida do Rio

Negro, 39% no município de Lajeado, 8% no município de Tocantínia e 38% no município de Palmas (FIGURA 1).

Destaca-se que, o município de Palmas, é a capital do estado do Tocantins e que, junto com os

demais municípios que abrangem a bacia hidrográfica em questão, encontra-se inserido na microrregião geográfica de Porto Nacional (IBGE, 2017).

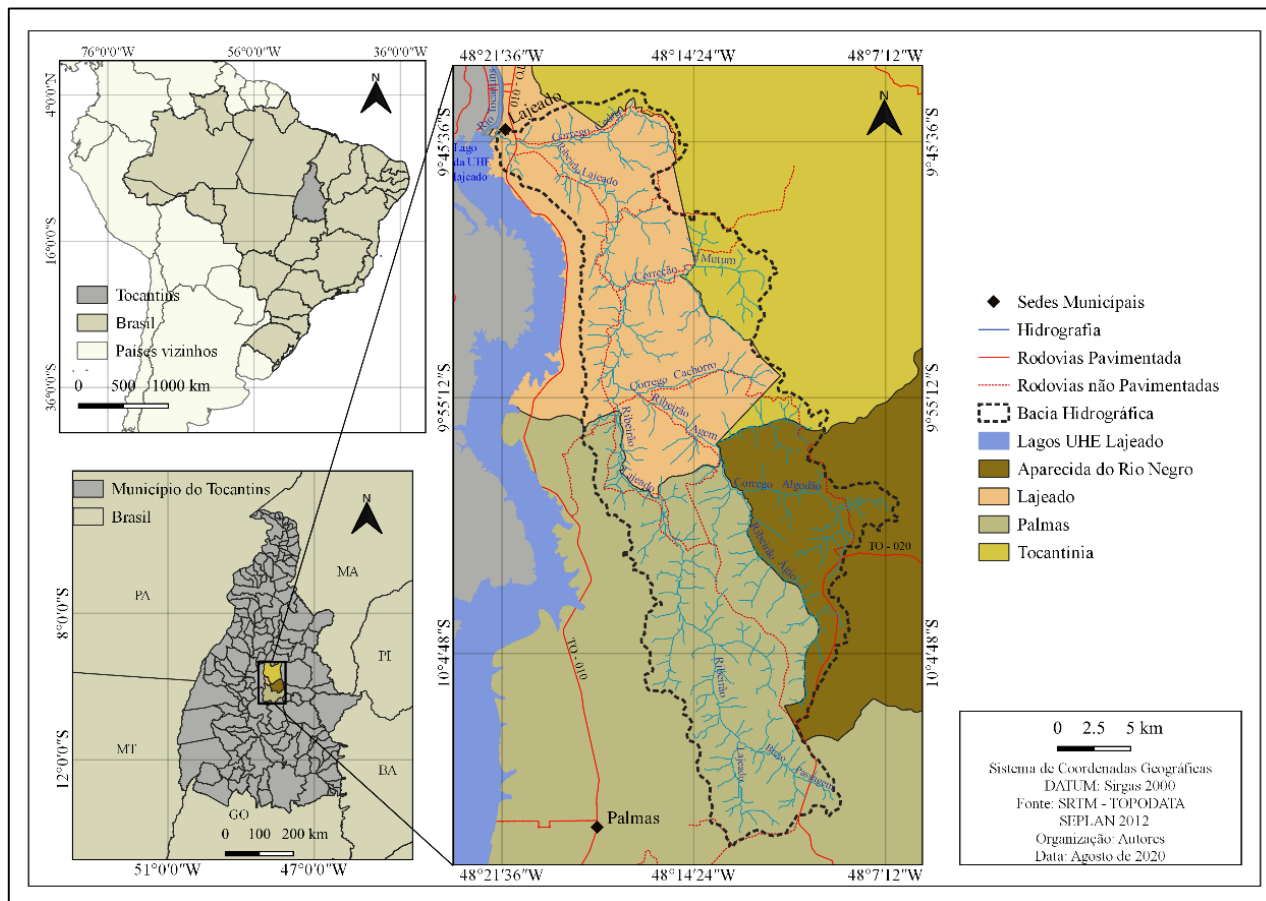


Figura 1 – Mapa de Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado.

Na bacia do Ribeirão Lajeado ocorrem duas Unidades de Conservação da Natureza, sendo: a Área de Proteção Ambiental (APA) Serra do Lajeado e o Parque Estadual do Lajeado. Segundo Pereira *et al* (2017) a criação da APA Serra do Lajeado, foi para proteger e preservar os elementos biótico e abiótico do Cerrado, bem como as principais nascentes dos rios que abastecem as cidades contempladas, destacando a cidade de Palmas. Ainda sobre a APA Serra do Lajeado percebe-se que a mesma foi utilizada como zona de amortecimento para o Parque Estadual do Lajeado.

No ano de 2001 foi criado o Parque Estadual do Lajeado (PEL), com o propósito de proteger amostras dos ecossistemas da Serra do Lajeado, assegurando a preservação de sua flora, fauna, características geológicas, geomorfológicas e cênicas, e também com a finalidade de proteger

os mananciais que abastecem a cidade de Palmas, e coibir a expansão urbana nas encostas. (NATURATINS, 2016 citado por FURTADO, CRISTO 2018).

O Ribeirão Lajeado é um afluente da margem direita do Rio Tocantins, com foz a jusante da Usina Hidrelétrica de Luís Eduardo Magalhães conhecida popularmente como Barragem de Lajeado. Localizada na porção Central do estado do Tocantins o Lago desta Usina Hidrelétrica encontra-se em áreas dos municípios de Miracema do Tocantins, Lajeado, Palmas, Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Ipueiras.

Com base em estudos geomorfológicos regionais (SOUSA *et al* 2012) o estado do Tocantins foi compartimentado em 26 (Vinte seis) Unidades Geomorfológicas, onde a bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado (FIGURA 2) está inserida em duas destas Unidades, o Planalto

Dissecado do Tocantins e a Depressão Média do Tocantins.

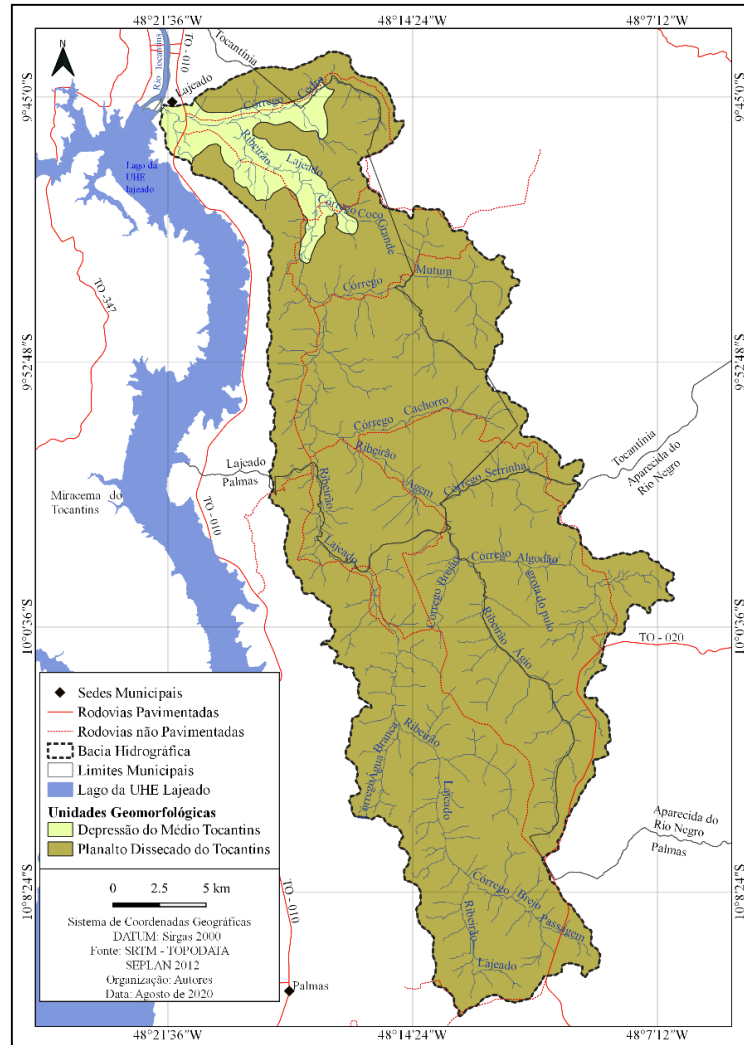


Figura 2 – Mapa de Unidades Geomorfológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado.

O Planalto Dissecado do Tocantins representa um conjunto de elevações de direção aproximada SSE-NNW que se estende por aproximadamente 250 quilômetros, dispostas em planaltos residuais, escarpas, serras e morros dissecados, abrangendo as Serras do Lajeado e do Carmo, dentre outras. De modo geral comporta-se como uma superfície soerguida e ligeiramente basculada para leste, assumindo a forma de um extenso relevo de *cuestas*, cujo *front* está voltado para o Rio Tocantins e seu reverso prolonga-se em direção à região do Jalapão.

A Depressão do Médio do Tocantins equivale a um corredor deprimido do vale do Rio Tocantins constituindo-se como um conjunto homogêneo, com altimetria de 200 a 300 m. Apresenta um relevo de dissecção suave, predominando extensivamente as formas tabulares com grande diversidade da expressão areolar. Em menor escala, ocorrem trechos de relevos

aplanados ainda conservados. Essas seções aplanadas bordejam áreas serranas (Serra Santo Antônio, Malhada Alta e do Lajeado) ou mesmo trechos marginais ao Rio Tocantins. (BRASIL, 1981).

Geologicamente a Bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado se localiza na borda SW da Bacia sedimentar intracontinental cratônica do Parnaíba (Figueiredo e Gabaglia, 1986) em contato com rochas do embasamento da faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia (IBGE, 2007b).

Na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado as rochas sedimentares da Formação Pimenteiras são predominantes e podem ocorrer sobrepostas em alguns pontos por rochas da Formação Cabeças e no interior do vale próximo a foz, afloram rochas do embasamento.

As rochas do embasamento estão representadas por granitóides. Em estudos petrográficos e dados geocronológicos obtidos em

zircão, identificam quatro eventos principais de granitogênese: a) ~ 2,02 Ga (Granito do Carmo); b) ~ 1,85 Ga (Granito Serrote); c) 0,55 – 0,56 Ga (Granito Santa Luzia) e 0,54 – 0,56 Ga (Granitos Matança, Palmas e Lajeado), (GORAYEB; *et al* 2000a; GORAYEB e MOURA, 2006; 2008). Na bacia hidrográfica em questão, ocorre a Suíte intrusiva Lajeado, representada, na área de estudo, pelo granito Lajeado (CHAVES *et al* 2008).

Depositado sobre o embasamento ocorrem rochas da Formação Pimenteiras. O nome Formação Pimenteiras foi introduzido na literatura geológica por Small (1913) para designar um pacote de folhelhos vermelhos que ocorrem na cidade de Pimenteiras, Piauí. Esta Formação se caracteriza-se por folhelhos vermelhos e cinza escuros, micáceos, e leitos de oolitos piritosos. Intercalações de arenitos e siltitos brancos a cinza claro ocorrem, em especial, em direção ao topo da sequência. Representam uma deposição em plataforma rasa dominada por tempestitos (VAZ *et al* 2007). Nesta Formação, o conteúdo fossilífero indica idade do Mesodevôniano a Neo-Devôniano (CAPUTO *et al* 2005).

Sobreposto ocorre a Formação Cabeças em contato gradacional que muitas vezes ultrapassa a área de deposição da Formação Pimenteiras. A Formação Cabeças foi definida por Plummer (1946) para arenitos encontrados nas proximidades do povoado com nome Cabeças, hoje cidade de Dom Expedito Lopes/Piauí. Constitui-se de arenitos fino a médio, com abundância de minerais pesados. Na borda sul da bacia torna-se grosseiro, conglomerático, com seixos de quartzo, quartzitos, fragmentos de feldspatos e palhetas de micas. A idade foi determinada por estudos de pólenes para o Neo-Devôniano (CAPUTO *et al* 2005).

Procedimentos Metodológicos - Os produtos cartográficos como a delimitação da bacia, rede de drenagem, declividade, hipsometria, perfis topográficos e elementos do relevo foram gerados a partir da imagem *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) obtidos da plataforma Topodata obtidas gratuitamente junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os limites municipais, malha rodoviária, sedes municipais e corpos de água, são arquivos vetoriais já existentes na base da Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins (SEFAZ).

As toponímias e a validação de informação extraídas do Modelo Digital de Elevação (MDE) foram feitas com base nas Cartas Topográficas Vila

Canela (SC-22-Z-B-III) e Miracema do Tocantins (SC-22-X-D-VI), ambas na escala de 1:100 000, do Diretório de Serviço Geográfico do Exército (DSG). Todos os arquivos, *raster* e vetoriais, foram trabalhados nos softwares Arcgis versão 10.5 e QGIS versão 3.14.15.

Para o processamento da imagem SRTM utilizou-se o software Arcgis 10.5, o qual possibilitou recortar a imagem do Modelo Digital de Elevação (MDE) e reprojetar passando a mesma do Datum WGS 84 para SIRGAS 2000.

A delimitação da bacia hidrográfica em questão e a extração da rede de drenagem foram produtos gerados a partir de procedimentos técnicos sobre a imagem do MDE. Os mesmos procedimentos possibilitaram a transformação dos arquivos *raster* em vetoriais como o limite da bacia e a rede de drenagem. A rede de drenagem foi hierarquizada de forma automática no software Arcgis, conforme a classificação de Strahler (1952), a partir de uma escala de 1:50.000. A densidade de drenagem se baseou na seguinte fórmula: $Dd = Lt/A$. Neste sentido Dd corresponde a densidade de drenagem; Lt corresponde ao comprimento total dos canais e a significa área total da bacia em km² (CHRISTOFOLLETTI, 1980).

O Fator de Assimetria (AF) foi obtido a partir do proposto por Keller e Pinter (1996), definido pela multiplicação por 100 da razão entre a área à direita do canal principal (A_r) e a área total da bacia (A_t). Valores iguais ou próximos a 50 revelam pouca ou nenhuma atividade tectônica, os maiores que 50 indicam um provável basculamento da margem direita do rio e os menores, um provável basculamento da margem esquerda.

Para o mapa hipsométrico definiu-se seis classes, a partir do histograma de frequência, com intervalos: até 330ms, a segunda de 330 – 410ms, a terceira de 410 – 490ms, a quarta de 490 – 570ms, a quinta de 570 – 650ms e a sexta classe >650ms.

A análise da declividade foi realizada a partir de três classes, com base no trabalho de Ponçano *et al* (1981). Os limites foram: inferior a 5%, o intervalo entre 5% e 15% e o limite maior que 15%.

A amplitude das vertentes e seu comprimento foi baseado em perfis topográficos confeccionados com base no MDE. Foram traçados cinco perfis topográficos em diferentes localidades da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado sendo que três perfis foram traçados na direção oeste – leste e os outros dois na direção norte – sul.

Os elementos de relevo foram obtidos pela função, *r.geomorphon* no Grass do software Qgis na versão 3.14.00 gerando a classificação de forma

automática onde os elementos de relevo foram definidos utilizando-se como base o modelo criado por Jasiewicz e Stepinski (2013) que identifica 10

classes (FIGURA 3): 1 - plano, 2 - pico, 3 - crista, 4 - ressalto, 5 - crista secundária, 6 – encosta, 7 - escavado, 8 - base de encosta, 9 - vale e 10 - fosso.

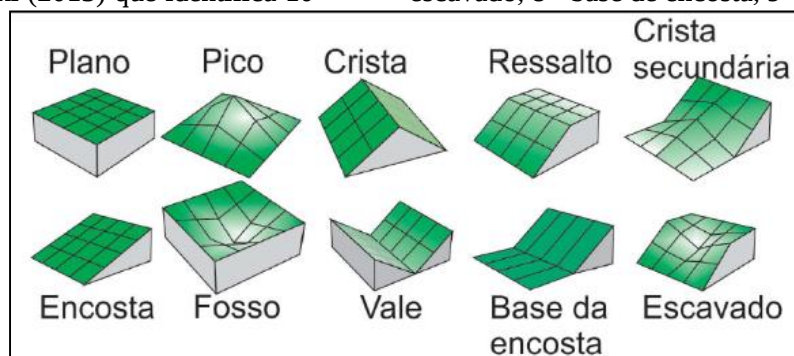


Figura 3 – Elementos do relevo. Fonte: Robaina *et al* (2016)

Resultados

A análise na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado está descrita com base nas características morfométricas da rede de drenagem e do relevo.

Características Morfométricas da Rede Hidrográfica – foi possível pela aplicação da hierarquia fluvial, assimetria da bacia hidrográfica, forma da rede de drenagem, magnitude total de canais e a densidade de drenagem (FIGURA 4; TABELA 1).

Assim, a bacia hidrográfica em questão apresenta hierarquia fluvial de 6º ordem, representada por um canal de 27km. Os principais canais de drenagem estão representados pelos Córregos Mutum e Algodão, Ribeirões do Lajeado e Agem como de 5º ordem e, ainda, os Córregos Cedro, Cachorro, Serrinha, Brejo da Passagem e Ribeirão Ágio como de 4º ordem. Observou-se

uma importante assimetria entre os afluentes da margem direita representados por canais alongados e os da margem esquerda canais curtos. Todos os afluentes de 5º ordem são localizados na margem direita.

A assimetria da bacia foi determinada pelo Fator Assimetria que indicou valores de 77,33 o que indica um basculamento da margem direita da bacia hidrográfica com a probabilidade de ser tectonicamente controlada.

De modo geral a bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado apresenta na sua maior parte uma rede de drenagem na forma retangular com curvas e confluências em ângulo reto. A Magnitude Total dos canais de drenagem de primeira ordem é de 1659 canais, com uma extensão em 702,568 km. A Densidade de Drenagem é da ordem de 2,12 canais por km² que conforme Beltrame (1996) corresponde a uma alta densidade

Tabela 1 – Dados Morfométricos da Drenagem da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado. Organização: Autores (2020)

Hierarquia	Números de Canais	Comprimentos dos canais (km)	Comprimento médio dos canais (km)	Densidade de drenagem (Km²)
1º Ordem	1659	702,568	0,423	
2º Ordem	398	337,336	0,847	
3º Ordem	83	113,619	1,368	
4º Ordem	16	70,789	4,424	2,12
5º Ordem	3	58,103	19,367	
6º Ordem	1	27,346	27,346	
Total	2160	1309,761	53,644	

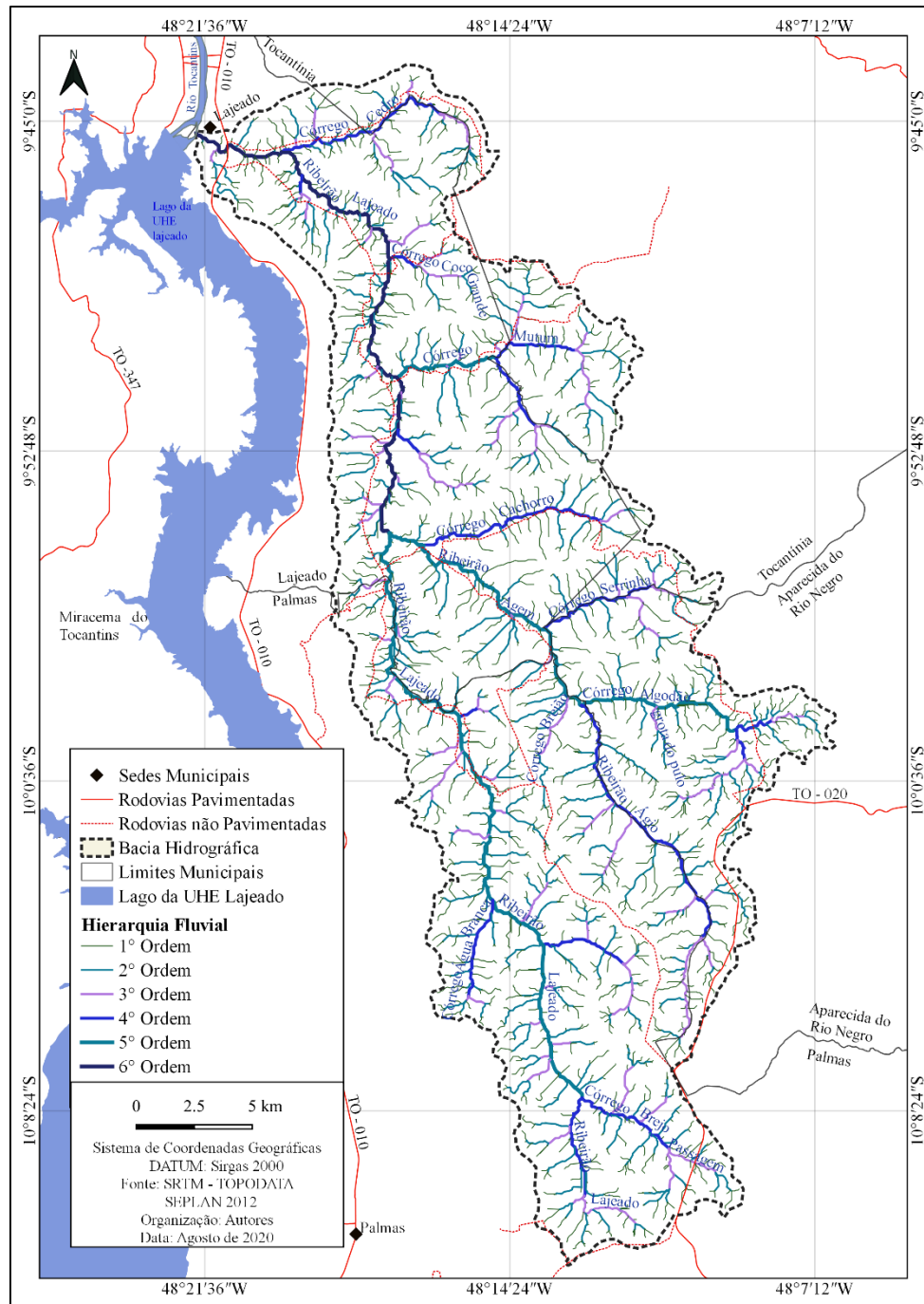


Figura 4 – Mapa Hidrográfico da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado.

Caracterização Morfométrica do Relevo – foi realizado a partir da hipsometria, declividade, amplitude e comprimento das encostas que determinaram as formas e os elementos do relevo.

As altitudes na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado apresentam cotas altimétricas que variam entre 190 e 715m, representando assim uma amplitude total da bacia de 525m (FIGURA 5, TABELA 2). As maiores altitudes, superiores a 650m, compreende cerca de 13,35% e encontra-se de maneira predominante nas porções, sul, sudeste

e sudoeste da área de pesquisa, local onde se encontram as nascentes do Ribeirão Lajeado e do Córrego do Brejo, os quais formam o canal principal da bacia. A classe com altitudes entre 570 e 650m é a mais significativa da área de pesquisa, correspondendo a cerca de 31,85% da mesma. Esta classe, abrange as porções, centro, sul e sudeste da área de pesquisa, compreendendo o interflúvio no médio curso dos Ribeirões Lajeado e Àgio. A classe com altitudes entre 490 e 570m é a segunda

mais importante, em termos de abrangência de área, com cerca de 28,63% da bacia hidrográfica.

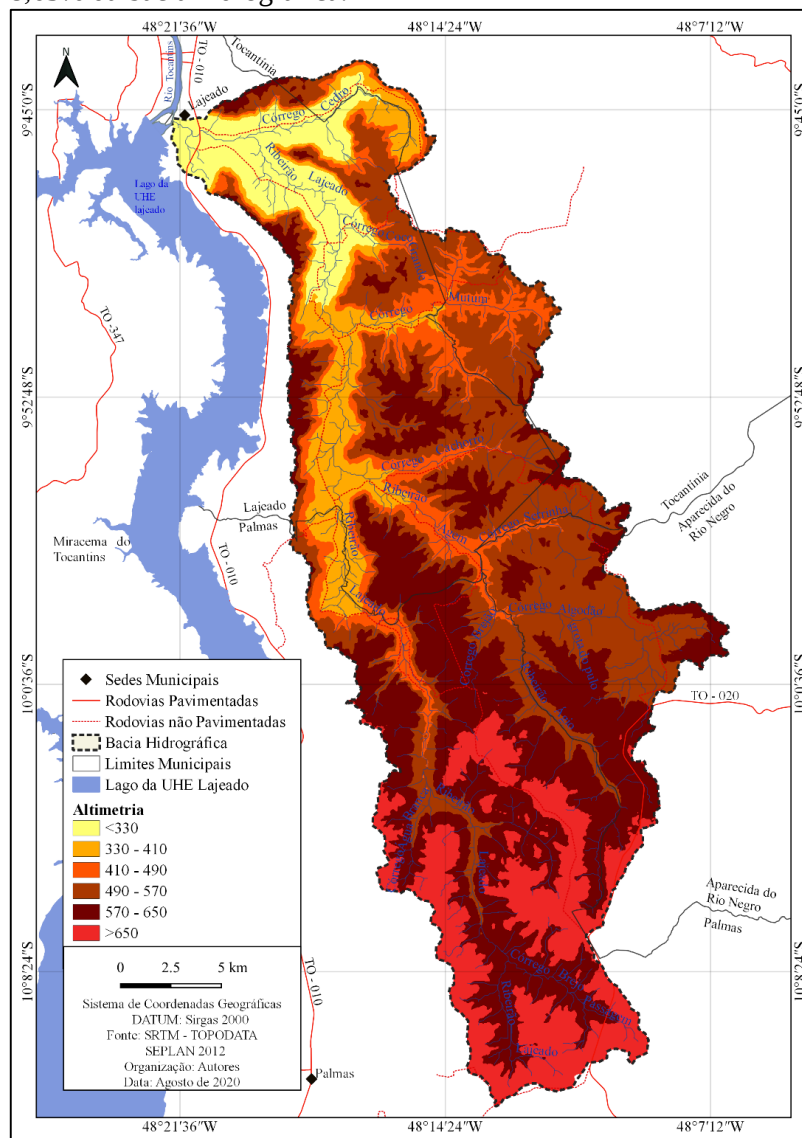


Figura 5 – Mapa Hipsométrico da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado.

Tabela 2 – Dados Hipsométricos da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado. Organização.

Classes (m)	Área (km ²)	Área (%)
< 330	44,31	7,18
330 – 410	51,66	8,38
410 – 490	65,39	10,61
490 – 570	176,33	28,63
570 – 650	196,31	31,85
> 650	82,29	13,35
Total	616,29	100

A classe com altitudes entre 410m e 490m, distribui-se pelas porções oeste, centro e nordeste da bacia e corresponde a cerca de 10,61%, abrangendo a base dos vales fechados dos Ribeirões Lajeado e Âgio e, principalmente, o vale aberto do Córrego Mutum. A classe com altitudes entre 330 a 410m representa 8,38% da área de pesquisa e se distribui principalmente pela porção oeste, onde abrange uma faixa estreita do terreno. A classe com altitudes menores que 330m, compreendendo 7,18% da área da bacia, ocorrendo

no norte da bacia hidrográfica, principalmente a partir da desembocadura do Córrego Mutum no Ribeirão Lajeado até sua foz junto ao Rio Tocantins.

A análise da declividade das encostas (FIGURA 6) permite indicar um predomínio das áreas com declividades entre 5 – 15% que abrangem cerca de 37,51% da área. As áreas com declividades <5% abrangem 33,23% da área, com predomínio na planície de inundação do Ribeirão

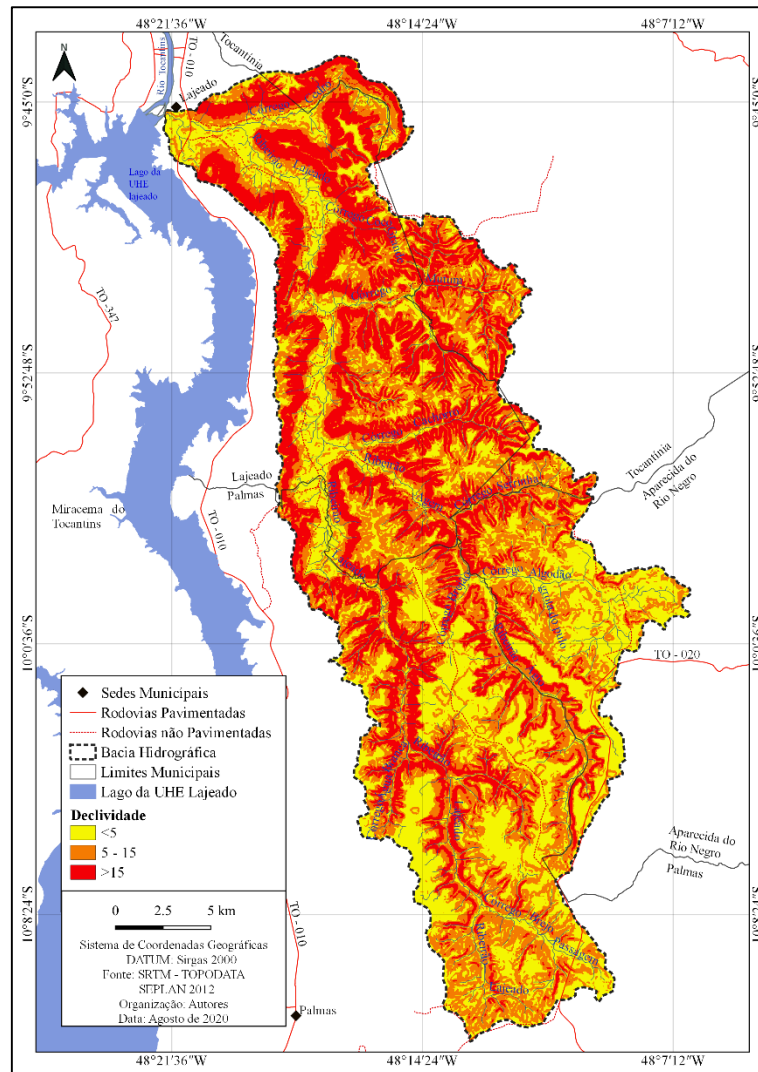


Figura 6 – Mapa de Declividade da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado.

Lajeado e nos topos que marcam as nascentes das drenagens principais da bacia. Áreas com declividades >15%, abrangem 29,26% da área e ocorrem na borda dos relevos tabulares onde se encontram as encostas escarpadas. Localizam-se principalmente no médio e baixo curso do Ribeirão Lajeado com maior concentração nas porções leste e sudeste da área de pesquisa.

A análise das amplitudes e comprimentos de encostas são analisadas a partir de perfis topográficos apresentados na Figura 7 e 8, traçados nos sentidos SW – E, SW – NE e SE – NW respectivamente.

O perfil 1 (A – A') foi traçado no baixo curso do Ribeirão Lajeado, no sentido SW – NE, seguindo a planície fluvial do arroio Cedro, constituindo áreas planas até a escarpa do Planalto

quando ocorre uma variação brusca de 300m. O perfil 2 (B – B') traçado do médio ao baixo curso do Ribeirão Lajeado, no sentido SW – NE, localizado no vale fluvial plano com transição para uma área de planalto com maiores elevações e na sequência uma variação de relevos residuais entre vales fechados onde estão localizadas drenagens que desaguam no Córrego Mutum, afluente do

Ribeirão Lajeado. O perfil 3 (C – C') foi traçado no alto curso da bacia no sentido SW – NE, onde ocorrem vales fechados e profundos, associados aos Ribeirões Lajeado e Ágio, em meio a feições de topos aplainados, até finalizar com um relevo suavizado com a formação de um vale amplo e aberto drenado pelo Córrego Algodão.

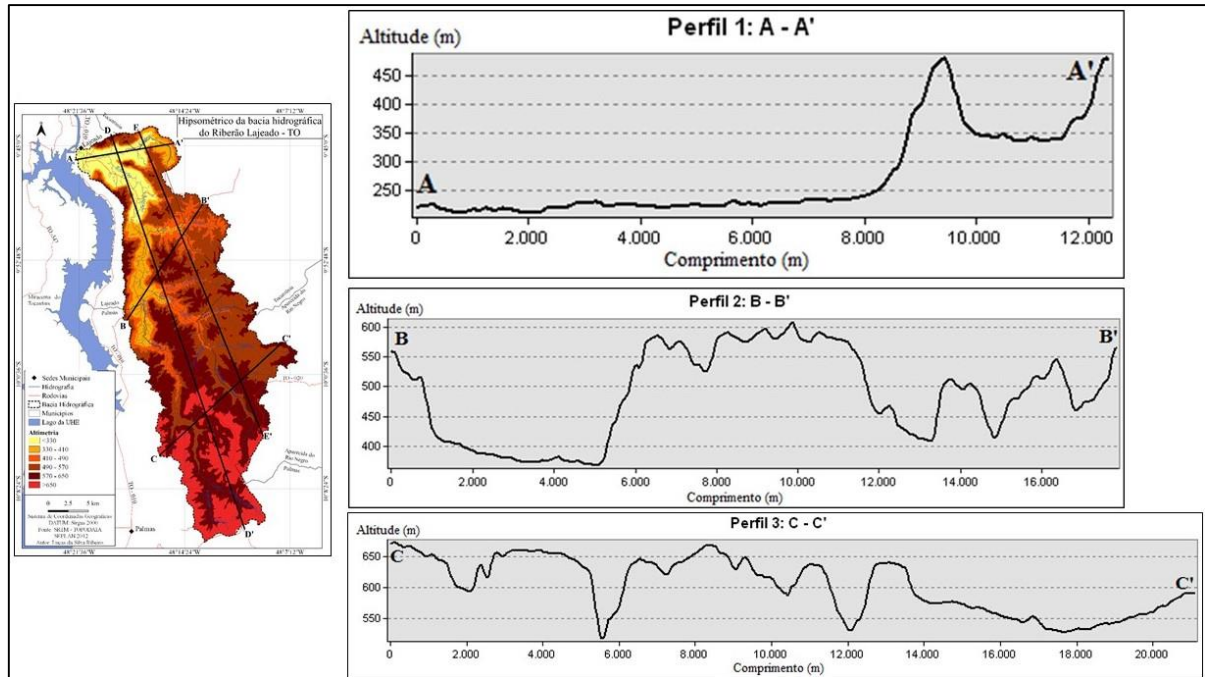


Figura 7 – Perfis Topográficos 1, 2 e 3 transversais da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado.

O perfil 4 (D – D') foi traçado longitudinalmente no sentido SE – NW, apresentando relevo caracterizado por vales abertos em meio a relevos residuais com topos agudos, no baixo curso, passando para um relevo, também, marcado pela presença de relevos residuais, porém com topos aplainados, no médio curso. O alto curso é marcado pela presença de uma

significativa feição contínua, mal drenada e com topo plano, característica de uma chapada. O perfil 5 (E – E') também foi traçado longitudinalmente no sentido SE – NW, porém, em maiores altitude. Predomina relevos residuais em meio a vales encaixados, sendo no baixo e médio curso as feições apresentam topos com formas variadas e no alto curso topos planos característicos de planaltos

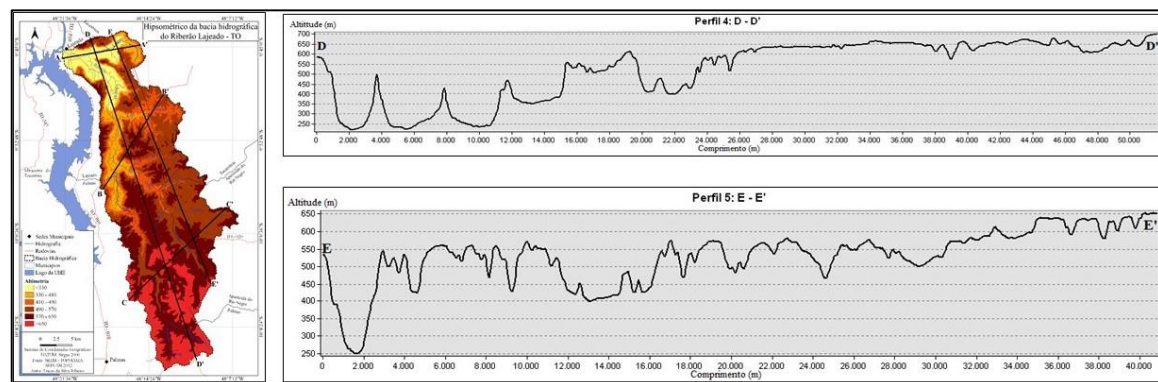


Figura 8 – Perfis Topográficos 4 e 5 longitudinais da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado.

Os elementos do relevo estão apresentados na (FIGURA 9). No alto-médio curso, até a bacia

do Ribeirão Agem, o relevo aplainado dos interflúvios é marcado pela ocorrência dos

elementos crista e crista secundária, relativamente largos, associados a pequenas elevações definidas como ressaltos. Nessa região os grandes divisores

em altitudes superiores a 490m, são representados, predominantes, por elementos do tipo plano

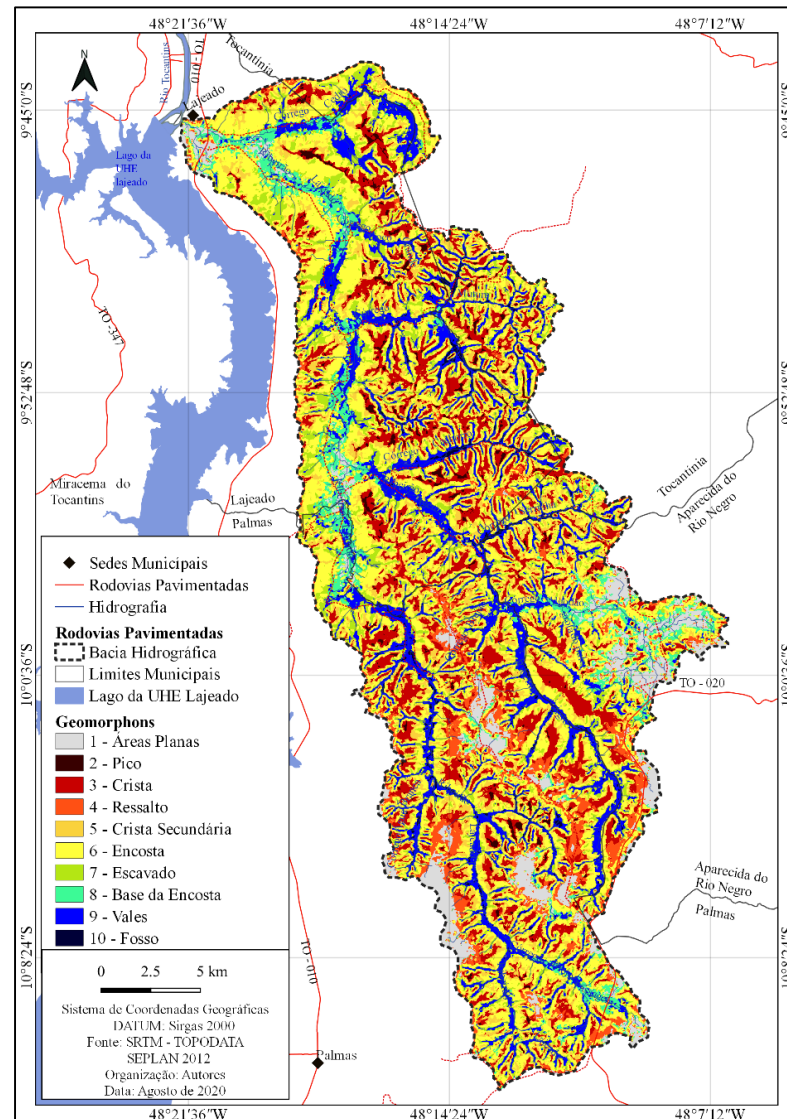


Figura 9 – Mapa Elementos do Relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado.

As encostas, pouco inclinadas, são relativamente mais amplas e os vales estreitos quando comparadas ao relevo da bacia do NE-E, do médio-baixo curso.

No médio-baixo curso o relevo entalhado é marcado por uma associação de elementos de crista, crista secundária e vales que se apresentam curtos e estreitos. Os elementos do tipo picos e escavados são, relativamente, mais significativos e os elementos planos não ocorrem

Discussão

A modelagem do relevo, na bacia do Ribeirão do Lajeado, se caracteriza por planaltos com rebordos erosivos, resultados da ação de processos de

esculturação do relevo condicionado pelas litologias e por planos de fraturas ou falhas, ressaltados por lineamentos estruturais impressos na rede de drenagem que está representada pelo padrão retangular predominante. Para Bertolini *et al* (2021) a rede de drenagem possui formas e materiais que dizem respeito a processos atuantes na transformação do relevo, de modo que a análise da morfologia e do papel dessa rede implicam contribuições importantes para melhor compreender a história geológica e geomorfológica de uma dada área.

O controle tectônico, também, pode ser observado pelo Fator de Assimetria. A análise do Fator de Assimetria conforme Salamuni *et al* (2004) indica atividade tectônica caracterizada por

basculamento entre as margens que expõem rochas do embasamento, representada pelo granito Lajeado, na foz junto ao Rio Tocantins.

A densidade e magnitude da rede de drenagem é controlada pelo substrato. As litologias, predominantes na bacia, são constituídas por folhelhos vermelhos e cinza escuros, com intercalações de arenitos e siltitos brancos a cinza claro. Conforme Christofolletti (1980), a baixa permeabilidade dessas litologias aponta para uma infiltração menos importante que o escoamento superficial, gerando possibilidades para a esculturação de canais e desenvolvendo uma densidade de drenagem alta.

A Magnitude Total dos canais de drenagem de primeira ordem caracterizada como elevada, de acordo com Christofolletti (1974), indica uma forte condição de esculturação do relevo pela ação dos processos erosivos associado a maior ocorrência de escoamento superficial.

De maneira geral, o relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado, se apresenta como uma superfície planáltica fragmentada dissecado pela drenagem. No alto curso do Ribeirão Lajeado, em altitudes superiores a 570m, a incisão da rede de drenagem é representada por declividades altas nos vales e interflúvios tabulares, representados pelo predomínio do elemento plano.

A partir do médio curso, marcado pelos afluentes Córrego Algodão e arroio Serrinha em

altitudes superiores a 490m, o canal principal, formador do Ribeirão do Lajeado, se alarga e se caracteriza pela ampliação dos elementos encosta e base de encosta. A incisão do relevo se amplia desenvolvendo muitos elementos de vales encaixados. O relevo entalhado está associado ao recuo da escarpa que forma o *front* da *cuesta* junto ao Rio Tocantins é marcado por uma associação de elementos de crista, crista secundária e vales que se apresentam curtos e estreitos.

No baixo curso, a partir do Córrego Mutum que está controlado por um falhamento NE que desloca o canal principal do Ribeirão Lajeado. Os elementos cristas, cristas secundárias e curtas encostas caracterizam a área. Na parte final do curso do Ribeirão Lajeado observa-se um outro deslocamento do canal na direção do Rio Tocantins, controlado pelo falhamento de direção NE que forma o canal do Córrego Cedro.

De modo geral podem ser visualizadas formas de relevo (FIGURA 10) que constituem a área de pesquisa e representam os resultados dos processos superficiais controlados por um sistema de falhas e fraturas. Assim representa a foto (A) Planície com relevo baixo e plano (Porção Norte); (B) Morro como relevo residual (Porção Noroeste); (C) Colinas com relevo suave ondulado (Porção central); (D) Planaltos com topo plano e borda escarpada (Porção Oeste); (E) Morro com topo arredondado (Porção Oeste).

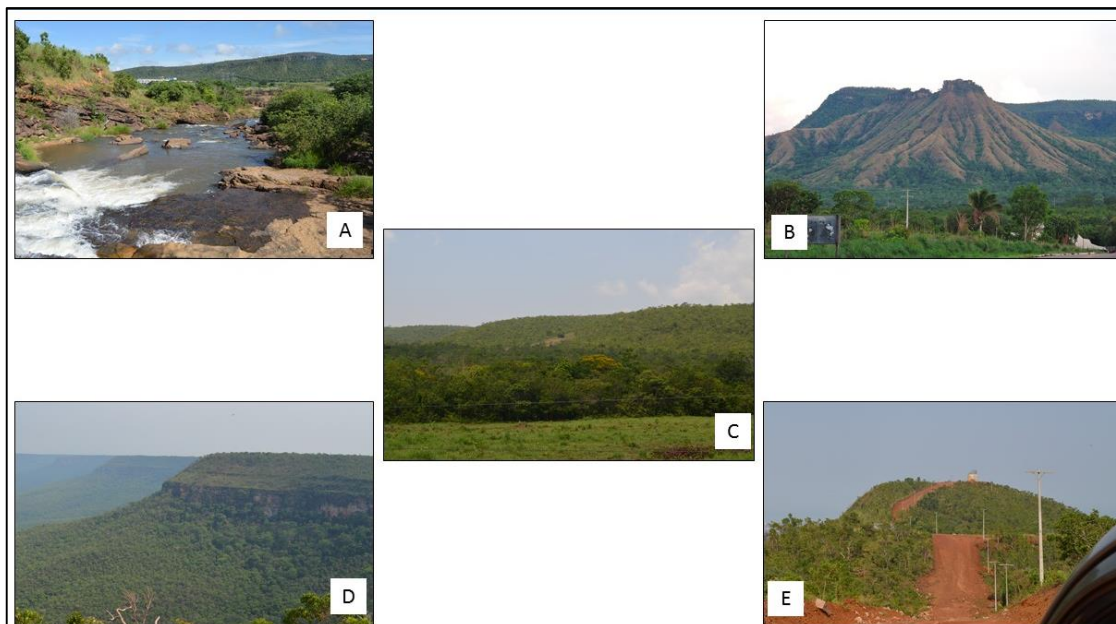


Figura 10 – Formas de relevo na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado.

Conclusão

Os aspectos do relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado e suas características

específicas, demonstram a importância da mesma, uma vez que estes aspectos condicionam a configuração da rede de drenagem, bem como do seu funcionamento como um sistema.

De maneira mais específica, no alto curso as altitudes podem atingir 650m e a superfície planáltica fragmentada é dissecada por drenagens pouco densas que caracteriza interflúvios tabulares onde elementos do tipo plano são presentes.

O canal principal do Ribeirão do Lajeado forma um vale encaixado, na direção NW, que marca encostas escarpadas originadas por processos erosivos regressivos.

A drenagem flui em substrato de folhelhos, com intercalações de arenitos e siltitos com pouca variação de resistência e em estruturas sedimentares horizontais e com escoamento superficial, gerando possibilidades para a esculturação de canais. Os cursos principais apresentam forte influência exercida por estruturas tectônicas como falhas e fraturas geradas no soerguimento do Planalto Dissecado do Tocantins, características de bordas dos relevos tabulares onde se encontram as encostas escarpadas.

De maneira geral, os resultados mostraram a importância da análise do relevo realizada de modo automatizado, com apoio de SIG, fazendo-se a associação de parâmetros morfométricos básicos e permitindo a obtenção de informações significativas, rápidas e precisas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Referências

- Almeida, R.F.B., Bayer, M., Ferreira Junior, L., 2016. Morphometric compartmentation of the coco river basin as subsidy to analysis of environmental fragility. *Mercator* [online]15. Disponível: 10.4215/RM2016.1504. 0006. Acesso: 23 set. 2020.
- Beltrame, A.V., 1994. Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação. Florianópolis: EDUFSC, 112p.
- Bertolini, W.Z., Deodoro, S.C., Zambot, N., 2021. Análise morfométrica do relevo da região hidrográfica da Várzea – Alto Rio Uruguai (RS). *Revista Geociências* 40, 83-99.

- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. 1981. Projeto Radambrasil. Folha SC.22 Tocantins, Série Levantamento dos Recursos Naturais. Rio de Janeiro, 520p.
- Caputo, M.V., Iannuzzi, R., Fonseca, V.M.M., 2005. Fundação paleontológica proenix. [online] 17. Disponível: https://www.researchgate.net/profile/MaRio-Caputo2/publication/317551866_Bacia_do_Parnaiba/links/593ee99ea6fdcc1b109c5949/Bacia-do-Parnaiba.pdf. Acesso: 10 jul. 2020.
- Casseti, V., 1994. Elementos de geomorfologia. Goiânia: editora da UFG, 137p.
- Chaves, C.L., Gorayeb, P.S.S., Moura, C.A.V., 2008. Geologia, geocronologia e litoquímica dos granitos paleoproterozóicos do tipo A no setor setentrional da Província Tocantins. *Revista Brasileira de Geociências* [online] 38. Disponível:http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/6454/1/Artigo_GeologiaGeocronologiaLitoquimica.pdf
- Christofoletti, A., 1980. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blucher
- Christofoletti, A. 1974. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher/ EDUSP.
- Dantas, M.E., Armesto R.C.G., Adamy, A., 2008. A origem das paisagens. In: Silva, C.R. (Ed.) *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro*. Rio de Janeiro: CPRM, Cap. 3, p. 33-56. Disponível:<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/1210?show=full>. Acesso: 25 jun. 2020.
- DSG. Diretoria de Serviço Geográfico do Exército. Disponível:<https://bdgex.eb.mil.br/mediador/index.php?modulo=login&acao=entrar>. Acesso: 10 ago. 2020.
- Figueiredo, A.M., Raja-gabaglia, G.P., 1986. Sistema classificatório aplicado às bacias sedimentares Brasileira. *Revista Brasileira de Geociências* 16, 350-369.
- Furlan, A.R., Trentin, R., Robaina, L.E.S., 2018. Classificação dos elementos do relevo a partir da metodologia dos geomorphons na bacia hidrográfica do Rio Apuaê-Mirim, RS. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul* 32, 27-45.
- Furtado, S.E., Cristo, S.S.V., 2018. Análise das transformações ambientais no entorno do Parque Estadual do Lajeado, Palmas - Tocantins. *Geografia Ensino e Pesquisa* [online] 22. Disponível: <https://doi.org/10.5902/2236499429699>. Acesso: 21 mai. 2020.
- Gorayeb, P.S.S., Moura, C.A.V., Arcanjo, S.H.S., 2000a. Granitogenesis events in the Porto

- Nacional-Palmas-Paraíso do Tocantins region, Tocantins Province, Brazil. In: Intern. Geol. Cong., 31, RJ., SBG, Anais, CD-Rom.
- Gorayeb, P.S.S., Moura, C.A.V., 2006. Granitogenesis events in the northern portion of the Tocantins Province, Brazil. In: Symposium on magmatism, metalogenesis, and crustal evolution of the Amazonian Craton, Belém, PRONEX-UFPA/SBG-NO, Abstracts and Field Trips, 21p.
- Gorayeb, P.S.S., Moura, C.A.V., 2008. Investigation of magmatic events in the Tocantins Province – Northern Brazil using Sm-Nd TDM ages and Pb-evaporation zircon ages of granitic rocks. In: South American Symposium on Isotope Geology, 6, San Carlos de Bariloche, Book of Abstracts, 161p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão Regional do Brasil. Disponível:<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas.html>. Acesso: 10 ago. 2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geologia. 2007b. Mapa geológico do estado do Tocantins. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1 mapa color. Escala 1:1.000.000. Disponível:https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/mapas/unidades_da_federacao/to_geologia.pdf. Acesso 27 abr. 2020
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível:
<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso: 10 ago. 2020.
- Jasiewicz, J., Stepinski, T.F., 2013. Example-Based Retrieval of Alike Land-Cover Scenes From NLCD2006 Database. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters [online] 10. Disponível: 10.1109/LGRS.2012.2196019. Acesso: 05 mai. 2020.
- Keller, E. A., Pinter, N., 1996. Active Tectonics, Earthquake Uplift and Landscape. Upper Saddle River: Prentice Hall, 338p.
- Knierin, I.S., Trentin, R., Robaina, L.E.S., 2015. Uso de atributos topográficos para análise e compartimentação do relevo da bacia hidrográfica do Arroio Inhandiju - Oeste do RS – Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física [online] 08. Disponível: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20150048>. Acesso: 25 mar. 2020.
- Lavor, L.F., Lima, V.F., Araújo, M.E., Neumann, V.H.M.L., 2020. Geomorfologia da porção terminal do baixo curso do Rio Paraíba do Norte -PB. Revista de Geociências do Nordeste [online]6. Disponível: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2020v6n2ID18685>. Acesso: 09 ago. 2021.
- Magalhães, C.S., Rodrigues, S.C., 2020. A aplicação de parâmetros morfométricos no estudo do relevo das bacias do Rio Santo Antônio e Ribeirão Grande, Serra da Canastra, Sudoeste de Minas Gerais. Caderno de Geografia [online] 30. Disponível:<https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2020v30nesp1p136-153>. Acesso: 28 nov. 2020.
- Padilha, M.R., Souza, C.A., 2017. Características morfométricas do relevo e drenagem da bacia hidrográfica do Rio Carapá nos municípios de Colíder e Nova Canaã do Norte – MT. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Campinas, Unicamp. Disponível: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1777>. Acesso: 19 jul. 2020.
- Pereira, M.D.R., Costa, J.F., Cristo, S.S.V. Geoprocessamento aplicado ao estudo de risco de incêndio florestal na Área de Proteção Ambiental Serra do Lajeado – Tocantins. Revista Interface 14, 99-115.
- Petsch, C., Robaina, L.E.S., Trentin, R., Rosa, K.K., Figueiredo, A.R., Simões, J.C., 2020. O uso de métodos de mapeamento automático de relevo para análise de formas glaciais. Revista Brasileira de Geomorfologia [online] 21. Disponível:<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v21i2.1771>. Acesso: 10 nov. 2020
- Plummer, F.D., 1946. Geossinclíneo do Parnaíba. In: Conselho Nacional de Petróleo, Rio de Janeiro. Relatório de 1946.
- Ponçano, W.L., Carneiro, C.D.R., Bistrichi, C.A., Almeida, F.F.M., Prandini, F.L., 1981 Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 94p.
- Robaina, L.E.S., Trentin, R., Laurent, F., 2016. Compartimentação do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, através do uso de geomorphons obtidos em classificação topográfica automatizada. Revista Brasileira de Geomorfologia [Online] 17. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i2.857>. Acesso: 15 mai. 2020.
- Salamuni, E., Ebert H.D., Hasui Y., 2004. Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba. Revista Brasileira de Geociências 34, 469-478.
- Scoti, A.A.V., Robaina, L.E.S., Trentin, R., 2015. Definição das unidades de relevo da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí da Armada Sudoeste

- do Rio Grande do Sul. *Caminhos de Geografia* 16, 35-48.
- Scheren, R.S., Robaina, L.E.S., 2019. Classificação geomorfométrica da bacia hidrográfica do Rio Ijuí, RS. *Geografia Ensino e Pesquisa* [online] 23. Disponível: <https://doi.org/10.5902/2236499430262>. Acesso: 25 mar. 2020.
- SEFAZ. Secretaria da Fazenda e Planejamento. Disponível: <http://www.sefaz.to.gov.br/zoneamento/bases-vetoriais/>. Acesso: 10 ago. 2020.
- Silva, B.F., Silveira, A., Barbosa, M.I.M., 2020. Cartografia Geomorfológica Aplicada à bacia hidrográfica do Ribeirão do Brejão, município de Nova Ponte (MG): Indicativos da evolução do relevo e contribuições ao planejamento. *Revista Brasileira de Cartografia* [online] 72. Disponível: <https://doi.org/10.14393/rbcv72n3-53365> Acesso: 08. ago. 2021.
- Silveira, R.M.P., Silveira, C.T., Oka-fiori, C., 2014. Emprego de técnicas de inferência espacial para identificação de unidades de relevo apoiado em atributos topográficos e árvore de decisão. *Revista Brasileira de Geomorfologia* [online] 15. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v15i1.433>. Acesso: 25 mai. 2020.
- Small, H.L., 1913. Geologia e supprimento d'agua subterranea no Piauhy e parte do Ceará. Rio de Janeiro: Inspectoria de obras contra as Seccas. 146p.
- Sousa, P.A.B., Borges, R.S.T., Dias, R.R., 2012. Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da Gestão Territorial. Palmas: SEPLAN, 80p.
- Trentin, R., Robaina, L.E.S., 2016. Classificação das unidades de relevo através de parâmetros geomorfométricos. *Mercator* [online] 15. Disponível: 10.4215/RM2016.1503. 0004. Acesso: 20 jun. 2020.
- Trentin, R., Santos, L.J.C., Robaina, L.E.S., 2012. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Itu – Oeste do Rio Grande do Sul – Brasil., *Sociedade e Natureza* [online] 24. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132012000100011>. Acesso: 20 abr. 2020.
- Trentin, R., Robaina, L.E.S., Silveira, C.T., 2015. Compartimentação geomorfométrica da bacia hidrográfica do Rio Itú/RS. *Revista Brasileira de Geomorfologia* [online]16. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v16i2.460>. Acesso: 22 mai. 2020.
- Vaz, P.T., Resende, N.G.A.M., Wanderley Filho, J.R., Travassos, W.A., 2007. Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro 15, 253-263.
- Wood, J., *The Geomorphological Characterisation of Digital Elevation Models*. 1996. Leicester, University Of Leicester, Uk, Phd Thesis, 185p. Disponível: <http://www.soi.city.ac.uk/~jwo/phd>. Acesso: 26 jul. 2020.