



## CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DARRO, QUERÊNCIA – MATO GROSSO

Amintas Nazareth Rossete<sup>1</sup>, Cladinéia Pesamosca<sup>2</sup>, Alan Nunes Araújo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professor Doutor em Ecologia, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT/Campus de Nova Xavantina. E-mail: amnrrote@gmail.com

<sup>2</sup>Professora Escola Estadual 19 de Dezembro, Nova Ubiratã,

<sup>3</sup>Professor Doutor em Geografia, Universidade Federal do Pará, UFPA.

Recebido em: 15/11/2021 – Aprovado em: 15/12/2021 – Publicado em: 30/12/2021

DOI: 10.18677/EnciBio\_2021D12

trabalho licenciado sob licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

### RESUMO

Os rios sempre desempenharam um importante papel para a humanidade, tanto para a locomoção, transporte de bens, comunicação, alimentação, como para fornecer o insumo vital para os seres vivos: a água. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar a morfometria da bacia hidrográfica do rio Darro (BHDR), localizada no município de Querência, estado de Mato Grosso. A partir das cartas topográficas do IBGE na escala de 1:100.000 e de dados digitais do sensor ASTER GDEM foram obtidas: a rede drenagem, o limite da bacia hidrográfica e os dados hipsométricos, os quais foram utilizados para quantificar os parâmetros morfométricos através do *Software* ARCGIS 9.2, bem como a hierarquização da rede de drenagem de acordo com a classificação de *Strahler*. Os resultados obtidos com a caracterização morfométrica indicam que a bacia, cuja área é de 4.328,5 km<sup>2</sup>, apresenta um padrão de drenagem dendrítico e forma alongada, com baixo risco de inundação. A bacia é ainda caracterizada por apresentar um relevo plano e suave o que contribui para uma baixa capacidade de geração de drenagens. Conclui-se que BHRD apesar de sofrer pressões antrópicas advindas do uso intensivo da terra, possui características morfométricas que contribuem para uma boa estabilidade com relação ao seu potencial hídrico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem; Geoprocessamento; Morfometria; Xingu.

## MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE RIVER DARRO WATERSHED, QUERÊNCIA – MATO GROSSO

### ABSTRACT

Rivers have always played an important role for humankind, both for locomotion, transportation of goods, communication, food, and to provide the vital input for living beings: water. The aim of this paper is to characterize Darro watershed's morphometry, located in the municipality of Querência, Mato Grosso state. From IBGE topographic charts in 1: 100,000 scale, and digital data from ASTER GDEM sensor, we obtained information on the drainage systems, river basin boundaries and hypsometric data, which were used to draw the limits of the basin using ARCGIS 9.2. In addition, we attributed hierarchy to the drainage system using Strahler classification method. The morphometry method has allowed getting numeric indexes among the attributes of a watershed, and has become possible to know linear, sand and hypsometry quantitative variables. The results of the morphometric characterization indicate a dendritic drainage pattern of the watershed, elongated shape, with low risk of flooding. The basin is also characterized by a flat and smooth relief, which contributes to a low drainage generation capacity. It is concluded that BHRD, despite suffering anthropic pressures from the intensive use of land, has morphometric characteristics that contribute to a good stability in relation to its water potential.

**KEYWORDS:** Geoprocessing; Drainage; Morphometry; Xingu.

### INTRODUÇÃO

No século 21, a gestão da água é um desafio para o homem e para o mundo globalizado e é uma das condicionantes para a sustentabilidade das atividades antrópicas no planeta (CANTELLE, *et al.*, 2018). A água constitui um dos elementos naturais mais importantes na composição da paisagem terrestre, interligando fenômenos da atmosfera inferior e da litosfera, e interfere na vida vegetal, animal e humana, a partir da interação com os demais elementos do ambiente de drenagem (RODRIGUES, 2019).

A conservação e a melhoria da qualidade da água são de fundamental importância para os seres humanos e o meio ambiente e devem ocorrer de forma racional e sustentável. No Brasil, de acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433 de 1.997), a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação dos processos de gerenciamento dos recursos hídricos. Portanto, é importante estudar suas características físicas, biológicas e socioeconômicas, entre outras informações técnicas, para aprimorar esse gerenciamento e subsidiar os gestores públicos e privados na formulação de planos e ações para o uso sustentável da água (LIMA; ZUFFO, 2020).

Por definição, a bacia hidrográfica é um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (GOMES *et al.*, 2021). Uma bacia hidrográfica pode ser descrita de forma qualitativa ou quantitativa. Para uma análise quantitativa, deve-se estudar as propriedades morfométricas das bacias, por meio de informações hidrológicas, topográficas e geomorfológicas, relacionando-as numa análise natural de sistemas. A interação das propriedades morfométricas, denominadas de relações multiforma irão determinar os padrões de drenagem (MOREIRA; SERRA, 2017).

Além disso, o estudo da drenagem contribui para a caracterização de uma bacia hidrográfica, quanto ao seu potencial hídrico, por exemplo. A drenagem dos rios desempenha um importante papel para a humanidade, seja na irrigação, no

transporte de mercadorias e pessoas, na geração de energia e outros usos alimentação e no fornecimento de insumo vital para os seres vivos, que é a água (MONTROYA *et al.*, 2018)

Conceitualmente, a drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial (MOREIRA; SERRA, 2017). A bacia de drenagem pode ser descrita por meio de parâmetros morfométricos, tais como: extensão, área, forma, densidade, distância entre interflúvios, entre outros (SILVA, *et al.*, 2016).

Os primeiros parâmetros morfométricos para o estudo de uma bacia hidrográfica foram propostos por Horton (1945) e Strahler (1952) e atualmente são adotadas abordagens sistêmicas mais adequadas (SANTOS *et al.*, 2019). Esses parâmetros permitem descrever as características morfométricas das bacias hidrográficas e subsidiar análises ambientais, principalmente aquelas relacionadas a alterações do ciclo hidrológico provocadas pela expansão da agricultura, conversão de áreas de florestas em pastagens, e o desmatamento em cabeceiras e nascentes de rios. Estas alterações estão presentes no norte do Estado de Mato Grosso, principalmente em municípios onde houve grande aumento de área de soja plantada (KOHLENER *et al.*, 2021). Dados mais recentes (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 2018) mostram que a taxa de desmatamento entre 2006 a 2015 se manteve superior a 100.000 hectares para o Estado. Como resultado desse processo de desmatamento houve assoreamento de nascentes e a bacia hidrográfica do rio Darro (BHRD), pertencente à bacia do rio Xingu, é um exemplo disto.

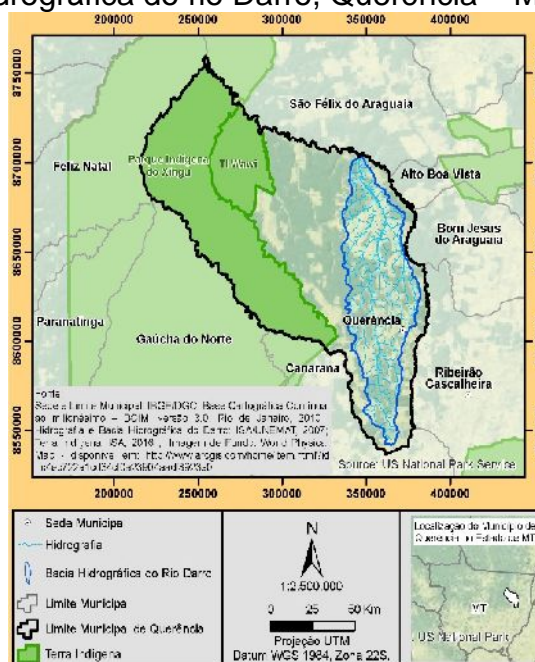
Um dos principais problemas ambientais resultantes do desmatamento realizados pelos fazendeiros e madeireiros da região é o assoreamento das nascentes formadoras da bacia hidrográfica do rio Xingu, que têm as suas cabeceiras fora dos limites demarcatórios do Parque e, portanto, estão sujeitas a todos os impactos ambientais (INPE, 2021).

Esta bacia é de grande importância para a população do município de Querência, uma vez que o rio Darro, atravessa a área urbana e é utilizado para lazer, pesca e abastecimento urbano. Produtores rurais e comunidades indígenas também se utilizam das suas águas para irrigação de lavouras e abastecimento de tanques para produção de peixes. O objetivo desta pesquisa foi realizar a análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Darro, situada no município de Querência – MT, onde ocorreu uma rápida e intensa conversão de áreas florestais em áreas agricultáveis nas últimas décadas (SANCHES *et al.*, 2021).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A BHRD (figura 1) está localizada no município de Querência, norte do Estado de Mato Grosso. O rio Darro é um afluente da margem esquerda do rio Suiá-Miçu, um dos afluentes da grande bacia do rio Xingu. Algumas nascentes e parte da bacia do rio Darro estão inseridas no perímetro urbano da cidade de Querência. Este município se localiza entre as coordenadas 12° 35' 53" latitude Sul e 52° 12' 51" longitude Oeste, a 912 km da capital do estado de Mato Grosso, Cuiabá, e possui altitude de 300 metros.

**FIGURA 1** - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do rio Darro, Querência – MT.



Fonte: Autores (2021).

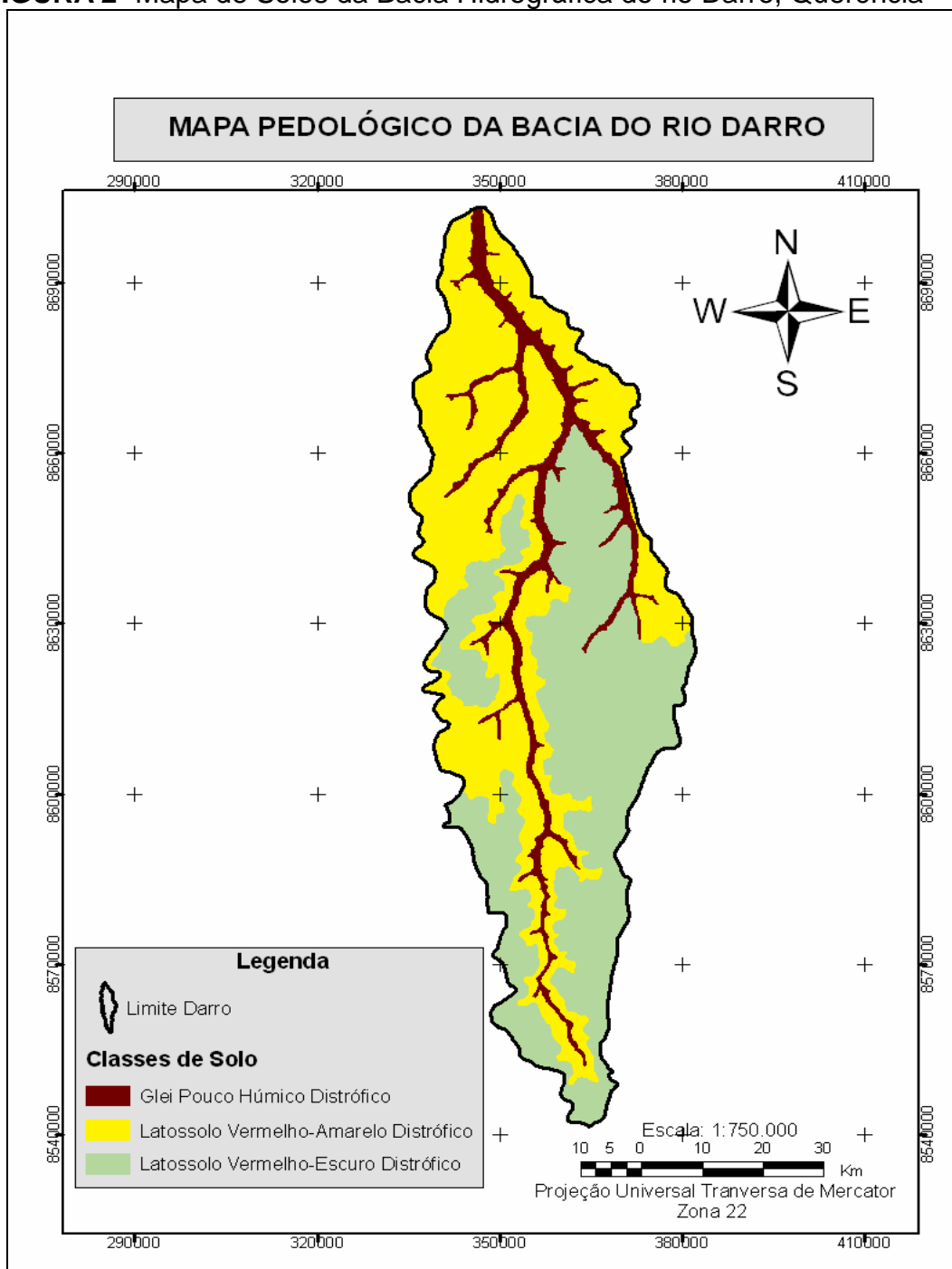
O clima da região é caracterizado como tropical úmido, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 24,3 a 26,8 °C (DUBREUIL *et al.*, 2018). Apresenta duas estações bem definidas: uma chuvosa, de outubro a abril; e seca, de maio a setembro.

Dois unidades litoestratigráficas se destacam na bacia do rio Darro (ROSSETE, 2008): a Formação Ronuro (83,02 % da bacia) que consiste em sedimentos pouco consolidados, como areia, silte e argila e cascalho e materiais lateríticos; e os Depósitos Aluvionares (16,98 % da área) que consistem em depósitos de sedimentos inconsolidados, e predominantemente arenosos.

A geomorfologia regional é predominantemente plana, (90,5%) fazendo parte do sistema de desnudamento do Planalto dos Parecís. Em 6,75% da área em estudo ocorre o sistema de planície aluvionar meandriforme, que apresenta feições de meandros em seu canal principal, com a formação de uma grande quantidade de lagos e lagoas, muito comum ao longo do curso do Darro e 3,20% da área está contida no sistema de planície fluvial, caracterizado por terraços baixos (ROSSETE, 2008).

As classes de solos principais na bacia são (figura 2): Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, classe Latossolo Vermelho-Amarelo e Gleissolos. A primeira classe corresponde a 45,01% da área da bacia e está associada ao relevo plano (suavemente ondulado); são solos profundos e bem drenados, friáveis e ácidos, que requerem a correção de acidez e fertilidade, para o cultivo. Já a classe Latossolo Vermelho-Amarelo representa 45,03% da área da bacia e são solos bem drenados, profundos ou muito profundos. Os Gleissolos representam apenas 9,96 % da área e são solos mal drenados, encharcados, situados em áreas baixas das planícies fluviais (ROSSETE, 2008).

**FIGURA 2-** Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do rio Darro, Querência – MT.



Fonte: Autores (2021)

A vegetação predominante é a Floresta Estacional Perenifólia (IVANAUSKAS *et al.*, 2003), que representa 88,39% da área de estudo. Estas florestas são comumente associadas em latossolos e ao clima estacional. As formações ripárias, denominadas de floresta estacional perenifólia aluvial, caracterizam 7,86 % da área, e estão associadas às áreas de inundações, às margens dos leitos d'água, onde ocorrem os Gleissolos (IVANAUSKAS *et al.*, 2003). A vegetação de Cerrado representa apenas 3,75 % da bacia do Darro (ROSSETE, 2008).

Querência é um município que possui terras indígenas ocupando aproximadamente 41% da área do município e onde o manejo dos recursos naturais

pelos indígenas faz com que a vegetação original encontre-se praticamente preservada. Já aproximadamente 26% do município é destinado as atividades agropecuárias, com destaque para a produção de soja e a bovinocultura de corte. Outros 32% do município são ocupados por áreas vegetadas em terras privadas (SIMÕES *et al.*, 2017).

A partir do modelo digital de elevação ASTER GDEM, obtidos do programa de disponibilização gratuito desenvolvido pelo *Japan-US ASTER Science Team* (disponível em <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/index.jsp>), que possuem intervalos de 30 metros, foi reproduzida a superfície de elevação do terreno utilizando a triangulação de Delauney (modelo TIN) com o comando *CREATE TIN* da extensão *3D Analyst do ArcGis 9.2* (Licença EVA834105986). Em seguida a matriz foi fatiada usando o comando *SLOPE*, atribuindo valor 10 para células de saída, a diferença obtida entre um pixel e outro foi utilizada para o cálculo da altimetria.

Para geração do Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC) foram utilizados dados vetoriais de curvas de nível extraídas a partir do modelo *ASTER GDEM*. Através dos dados vetoriais de entrada, foram definidos os parâmetros que controlam o processo de geração do modelo digital de elevação via algoritmo de interpolação *TOPO TO RASTER*, um método de interpolação especificamente projetado para construção de MDEHC. Em seguida, foram realizadas etapas de pós-processamento com a finalidade de eliminar depressões espúrias geradas na etapa anterior, garantindo a consistência do modelo de escoamento, através do filtro *FILL*.

A partir do MDEHC foram geradas as direções de escoamento da água drenada na superfície da bacia. O passo seguinte foi a geração dos fluxos acumulados, identificando os canais de escoamento. Depois de geradas a direção do escoamento e as drenagens, foi criado um *shapefile* de ponto e definido o exutório, obtendo o limite da microbacia.

A classificação da linha da drenagem de acordo com sua ordem foi com base na metodologia proposta por Strahler (1942). A ordenação dos canais e a hierarquização antecedem a coleta de outros dados morfométricos que consideram a bacia hidrográfica como unidade de análise. Os parâmetros lineares, areais e hipsométricos foram calculados a partir de ferramentas computacionais do *software ARCGIS 9.2*. Para a caracterização dos parâmetros morfométricos da BHRD foram feitas as seguintes análises: (SILVA *et al.*, 2016; MOREIRA; SERRA, 2017, GERBER *et al.* 2018):

### **Análise Linear**

**Número total de rios (N)** - corresponde ao número total de rios presentes em uma bacia, uma vez que qualquer rio surge de uma nascente. Suas determinações foram obtidas pela contagem diretas dos segmentos por ordem de ramificação. Esta variável é essencial para o cálculo de outras variáveis.

**Comprimento do rio principal (L)** - é a distância projetada no plano que se estende ao longo do curso de água desde a nascente até a foz.

**Distância vetorial do canal principal (dv)** - a distância vetorial representa o comprimento projetado no plano do segmento principal em linha reta, que se estende do nascimento ao término do referido canal.

**Extensão do percurso superficial (Eps)** - representa a distância média percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente, e é calculada de acordo com a equação 01:

$Eps = A/2Dd$ , ..... 01,  
onde: A: área (km<sup>2</sup>);  
2: Constante;  
Dd: densidade de drenagem (km.km<sup>-2</sup>).

**Gradiente de canais (Gc)** - é a relação entre a cota máxima e o comprimento do canal principal. Esta relação é expressa em % e obtida pela equação 02:

$Gc = Amax/L*100$ .....02,  
onde: Amax: altitude máxima (m);  
L: comprimento do canal principal (km).

### **Análise espacial ou areal**

**Área da bacia** - é toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal. A Área de uma bacia é definida pela superfície poligonal plana resultante da projeção ortogonal do divisor de águas a um plano topográfico de referência, normalmente abaixo da superfície topográfica.

**Densidade de rios (Dr)** - é a relação entre o número de rios de uma bacia pela sua área, e tem por finalidade comparar a frequência de canais de água existentes em uma área de tamanho padrão, segundo Horton (1945). Tal parâmetro é calculado pela equação 03:

$Dr = N/A$ .....03,  
onde: N: número total de rios (n);  
A: área da bacia considerada (km<sup>2</sup>).

**Densidade de drenagem (Dd)** - é a relação entre o comprimento total projetado no plano dos canais ou rios com área da bacia hidrográfica. A densidade de drenagem é calculada pela equação 04:

$Dd = Lt/A$ .....04,  
onde: Lt: comprimento total dos rios ou canais (km);  
A: área da bacia (km<sup>2</sup>).

**Coeficiente de manutenção (Cm)** - representa uma medida de textura, semelhante à densidade de drenagem. Este parâmetro fornece a área mínima necessária para manutenção de um metro de canal com escoamento permanente (MOREIRA; SERRA, 2017) Para calcular multiplica-se por 1000 a recíproca do valor da densidade de drenagem (Dd), pela seguinte equação 05:

$Cm = 1/Dd*1000$ .....05,  
onde: Dd: densidade de drenagem

**Índice de sinuosidade (Is)** - segundo Villela e Mattos (1975) o grau de sinuosidade ou divagação dos cursos d'água constitui um fator controlador da velocidade do escoamento das águas. Este parâmetro pode ser calculado pela seguinte equação 06:

$Is = L/Dv$ .....06,  
onde: L: comprimento do canal principal (m);  
Dv: distância vetorial (m).

**Índice de Circularidade (Ic)** - tem valor adimensional, e varia com a forma da bacia; quanto mais circular for a forma da bacia, maior será o índice de circularidade e menores serão as tendências de ocorrência de enchentes. Segundo Feltran Filho e

Lima (2007), quanto mais próximo de 1 a bacia tende a ser circular e quando o valor encontrado é mais próximo de 0 a bacia possui uma forma mais alongada. A equação 07 de cálculo para este parâmetro é:

$$Ic = A/P \dots\dots\dots 07,$$

onde: A: área da bacia (km<sup>2</sup>);

P: área da bacia, com o mesmo perímetro, se fosse circular (km<sup>2</sup>).

**Coefficiente de compacidade (Kc)** - é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência (perímetro) de um círculo de área igual à da bacia. Conforme Villela e Mattos (1975), quanto menos circular for a bacia, maior será o coeficiente. É calculado a partir da seguinte equação 08:

$$Kc = 0,28 \cdot P / A \dots\dots\dots 08,$$

onde: P: Perímetro (km);

A: área (km<sup>2</sup>).

**Fator de forma (Kf)** - é a relação entre a área da bacia e o comprimento do canal. Este parâmetro é calculado pela seguinte equação 09:

$$Kf = A/L^2 \dots\dots\dots 09,$$

onde: A: área da bacia (km<sup>2</sup>);

L: comprimento do rio principal (km).

#### **Análise hipsométrica**

**Amplitude altimétrica (Hm)** - corresponde à diferença entre o ponto mais alto Hmax (topo) e ponto mais baixo Hmin (foz). O resultado é expresso em metros, utilizando-se a seguinte equação 10:

$$Hm = Hmax - Hmin \dots\dots\dots 10,$$

**Relação de Relevo (Rr)** - é a relação entre a amplitude altimétrica máxima da bacia e o comprimento do canal principal (MOREIRA;SERRA, 2017). Este parâmetro pode ser calculado pela seguinte equação 11:

$$Rr = Hm/L \dots\dots\dots 11,$$

onde: Hm: amplitude altimétrica máxima (m);

L: comprimento do rio principal (m).

**Índice de rugosidade (Ir)** - expressa um dos aspectos da análise dimensional da topografia e combina as qualidades de declividade e comprimento das vertentes com a densidade de drenagem. É calculado pela equação 12:

$$Ir = Hm/Dd \dots\dots\dots 12,$$

onde: Hm: amplitude altimétrica máxima (m);

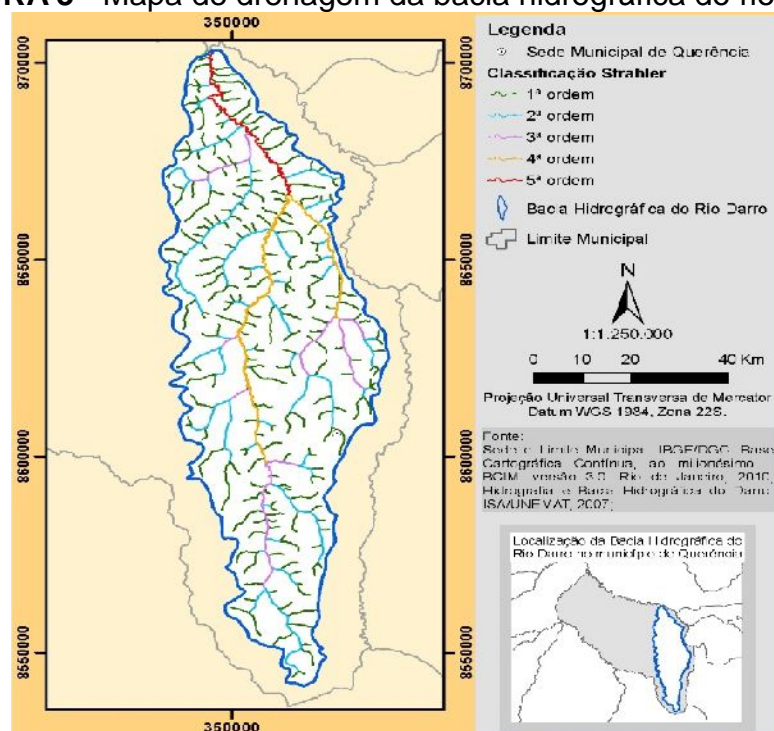
Dd: densidade de drenagem (km.km<sup>-2</sup>);

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A bacia hidrográfica do rio Darro (figura 3) apresenta uma área total de 4.328,50 km<sup>2</sup> (tabela 1), e corresponde mais de 20% da área do município de Querência. O rio Darro é importante para o município e para os índios que vivem no Parque Indígena do Xingu. A partir do mapeamento da rede hidrográfica (figura 2), a BHRD foi classificada de quinta ordem, segundo Strahler (1952). O padrão de drenagem é do tipo dendrítico, por mostrar uma ramificação arborescente, de acordo com a classificação proposta por Villela e Matos (1975).



**FIGURA 3** - Mapa de drenagem da bacia hidrográfica do rio Darro.



Fonte: Autores. (2021)

### Análise Espacial

Na tabela 1 estão representados os parâmetros morfométricos calculados para análise espacial da bacia hidrográfica do rio Darro.

**TABELA 1** - Análise espacial da Bacia Hidrográfica do rio Darro.

<b>Parâmetros morfométricos Espacial ou areal</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Área da bacia	km <sup>2</sup>	4.328,50
Perímetro	km	408,67
Índice de circularidade (Ic)	-	0,32
Coefficiente de manutenção (Cm)	m <sup>2</sup> .m <sup>-1</sup>	2.797,99
Densidade de drenagem (Dd)	km.km <sup>-2</sup>	0,35
Densidade hidrográfica (Dh)	canais.km <sup>-2</sup>	0,07
Índice de sinuosidade (Is)	-	1,71
Coefficiente de compacidade (Kc)	km.km <sup>-2</sup>	1,74
Fator de forma (Kf)	km <sup>2</sup> .km <sup>-1</sup>	0,06

O coeficiente de manutenção (Cm) da BHRD é de 2.797,99 m<sup>2</sup>.m<sup>-1</sup>, valor próximo ao encontrado para a BHRP que é de 3.238,399 m<sup>2</sup>.m<sup>-1</sup>. Porém, esse valor está bem acima de outras bacias pesquisadas, por exemplo: o Cm da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cachoeira (BHRC) é de 236,96 m<sup>2</sup>.m<sup>-1</sup> (PINTO JÚNIOR; ROSSETE, 2005), na Bacia Hidrográfica do rio Tanque (BHRT), o valor do Cm é de 203,25 m<sup>2</sup>.m<sup>-1</sup> (ALVES; CASTRO, 2003), o Cm da Bacia Hidrográfica do rio Capivari - BHRCa (HOTT; FURTADO, 2005) foi 533,5 m<sup>2</sup>.m<sup>-1</sup>.

Os resultados para a BHRD estão associados à baixa declividade da bacia, que proporciona uma menor condição e formação de canais, portanto maior Cm. Ao contrário, as bacias que possuem uma elevada declividade, proporcionam melhor condição de formação de canais, conseqüentemente menor Cm (HOTT; FURTADO, 2005). O valor da densidade de drenagem (Dd) encontrado para a BHRD de 0,357 km.km<sup>-2</sup> é considerado pobre, segundo Villela e Mattos (1975). Este dado indica a baixa quantidade de canais de escoamento existentes na BHRD.

As bacias possuem maior eficiência de drenagem quanto maior for a relação entre comprimento dos canais de escoamento por área da bacia hidrográfica, que reflete as condições topográficas, pedológicas, hidrológicas e de vegetação da bacia (CUNHA *et al.*, 2007). A densidade de drenagem é um fator importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia (MOREIRA; SERRA, 2017). No caso da BHRD suas condições de relevo plano e sedimentos de granulometria grossa explicam os valores encontrados associados aos latossolos e sedimentos da Formação Ronuro.

Segundo Moreira e Serra (2017) Dh é uma variável de grande importância, pois representa o comportamento hidrológico que uma determinada área tem em gerar novos cursos de água, ou seja, indica o potencial hídrico da região. Quanto ao valor de densidade hidrográfica (Dh), a BHRD obteve 0,07 canais.km<sup>-2</sup>, o que indica uma bacia com baixa capacidade de gerar novos cursos d'água, reflexo das baixas declividades encontradas em grande parte da área de estudo.

Quanto ao Índice de sinuosidade (Is), para a BHRD o valor encontrado foi de 1,71, valor indicativo de rios meândricos. Alves e Castro (2003) afirmam que valores próximos a 1 associam a canais retilíneos, ao passo que valores superiores a 2 se referem a canais tortuosos. Os diversos tipos de canais podem ter seus percursos modificados principalmente por fatores climáticos e tectônicos, que vão desde a posição das barras fluviais até a alteração de cursos (LIMA, 2002). Os rios do tipo meandro geralmente estão associados as áreas de baixa declividade, como é o caso da bacia hidrográfica do Darro.

A forma de uma bacia é indicada por índices que relacionam com formas geométricas conhecidas, tais como o índice de circularidade (IC), coeficiente de compacidade (Kc) e fator de forma (Kf). O índice de circularidade (Ic) encontrado para a BHRD foi 0,32 indicando que esta apresenta forma mais alongada. Em bacias alongadas, como a BHRD, o escoamento das águas tende a ser mais lento e, conseqüentemente, maior será o tempo de concentração das águas pluviais (VILLELA;MATTOS, 1975).

Essa forma alongada da BHRD pode ser confirmada pelo coeficiente de compacidade (Kc), que para a BHRD foi de 1,73 km.km<sup>-2</sup>. Esses valores indicam, portanto, uma forma mais alongada da bacia, já que quanto mais afastada da unidade for o Kc mais alongada será a bacia estudada.

O fator de forma (Kf) encontrado na BHRD é de 0,057 km<sup>2</sup>.km<sup>-1</sup> e demonstra que a bacia não é suscetível a enchentes em condições normais de precipitação, devido ao coeficiente apresentar valor afastado da unidade. Geralmente bacias que possuem formas mais alongadas, e, portanto, valores baixos de Kf, são menos suscetíveis a enchentes que bacias que possuem formato circular. Tanto Alves *et al.* (2016) que encontraram um valor de 0,23 para a bacia hidrográfica Ribeirão das Abóboras, quanto Silva *et al.* (2018) que encontraram valor de 0,31 para a bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio indicam para estes valores um baixo risco de inundações. A análise conjugada destes três parâmetros permite afirmar que a BHRD não é propícia a eventos de enchentes..

### Análise Hipsométrica

Na tabela 2 estão representados os parâmetros morfométricos, calculados para análise hipsométrica da bacia hidrográfica do rio Darro.

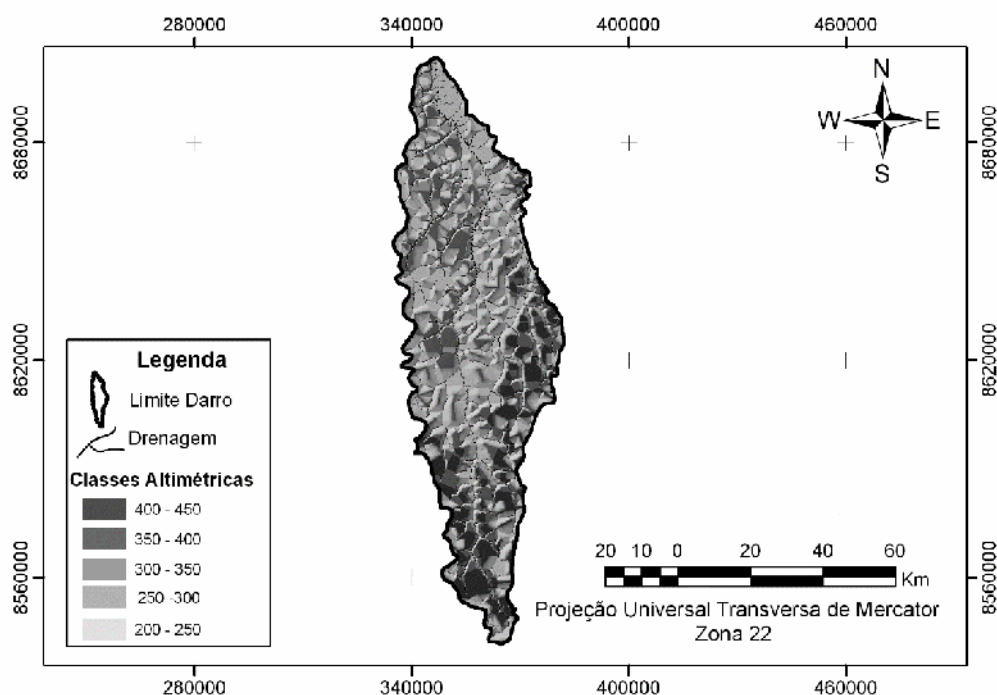
**TABELA 2** – Análise hipsométrica da Bacia Hidrográfica do rio Darro.

<i>Parâmetros morfométricos</i>	<i>Unidades</i>	<i>Valor</i>
<b>Hipsometria</b>		
Amplitude altimétrica da bacia (Hm)	m	170
Relação de relevo (Rr)	m.km <sup>-1</sup>	0,62
Índice de rugosidade (Ir)	*	60,76

Por se situar em um relevo predominantemente plano, a amplitude altimétrica da BHRD não varia muito, sendo de 170m, com a altitude máxima de 450 m e a mínima de 200 m (figura 5). Os valores de Rr evidenciam a amplitude altimétrica. Para a BHRD o valor de Rr é de 0,0006 m.km<sup>-1</sup>.

A altitude média da BHRD e o desnível pouco acentuado existente evidenciam que os interflúvios possuem baixa declividade, características de regiões que possuem um relevo plano a suave ondulado.

**FIGURA 4**– Mapa de classes altimétricas da bacia hidrográfica do rio Darro.



Fonte: Autores (2021).

O Ir encontrado na BHRD foi de 60,76 indicando que a bacia possui uma baixa rugosidade e relevo plano. Isso se deve ao fato de que a densidade de drenagem e amplitude média da bacia são baixas. A análise dos parâmetros hipsométricos permite caracterizar o comportamento do relevo e reforça a vocação do uso da terra para fins de atividades agrícolas mecanizadas, como é o caso de Querência com alta produção de soja.

## CONCLUSÃO

A bacia do rio Darro, situada em relevo predominantemente plano e sob influência de um clima sazonal, entre outros aspectos físicos, está situada em uma região de intensa atividade agrícola. A BHRD é controlada por uma drenagem de 5ª ordem, cujo sistema de drenagem apresenta padrão dendrítico.

Os parâmetros morfométricos calculados permitem concluir que os canais afluentes apresentam pequenas distâncias em relação ao canal principal, o que pode ser explicado pela baixa declividade encontrada na bacia em questão.

Com relação à análise espacial da BHRD podemos concluir que os parâmetros morfométricos calculados apontam para uma bacia com uma boa área para a manutenção de seus canais. Essa bacia possui pouca capacidade para gerar novos cursos de água, e também uma baixa densidade de drenagem, o que não favorece a dissecação fluvial, o que demonstra que na área a morfodinâmica fluvial tem uma baixa efetividade. E seus canais possuem tendência à formação de meandros, devido às condições topográficas e à baixa amplitude hipsométrica existente na BHRD.

A partir deste trabalho sugere-se que novos estudos possam ser realizados para entender melhor como a atual dinâmica do uso da terra poderá influenciar e modificar os atuais parâmetros morfométricos e os componentes da rede hídrica.

## REFERÊNCIAS

ALVES, J. M de P & CASTRO, P. de T. A. Influência de Feições Geológicas na Morfologia da Bacia do rio do Tanque (MG) Baseada no Estudo de Parâmetros Morfométricos e Análise de Padrões de Lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, V. 33(2): 117-124, 2003. Disponível: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/viewFile/9821/9781>.

ALVES, W. dos S., SCOPEL, I; MARTINS, A. P.; MORAIS, W. A. Wellmo dos Santos Análise morfométrica da Bacia do Ribeirão das Abóboras – Rio Verde (GO). **Geociências**, v. 35. N. 4, p. 652-667, 2016. Disponível: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/9978>.

CANTELE, T. D.; LIMA, E. C. & BORGES, L. A. C. Panorama dos recursos hídricos no mundo e no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 11 (4), 1259-1282, 2018. Disponível: <<https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n4p1259-1282>>. DOI: 10.17765/2176-9168.2018v11n4p1259-1282.

CUNHA, M.R; MARTINS, M. S. M; SOUZA, J. S; TORRES, L. R; FABIAN, A. D. Análise Morfométrica e Diagnóstico Ambiental da Microbacia do Córrego Limo em Uberaba – Mg. **Sociedade & Natureza**, 19(1): 157-167, 2007. Disponível: <https://www.redalyc.org/pdf/3213/321327190012.pdf>.

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L S.. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação de Koppen de 1961 a 2015. **Confins**, n. 37, p. -6, 2018. Disponível: < <https://doi.org/10.4000/confins.15738>>. Doi: 10.4000/confins.15738.

FELTRAN FILHO, C & LIMA, E. F. Considerações Morfométricas da Bacia do rio Uberabinha – Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**. 19(1): 65-80, 2007. Disponível: <https://www.redalyc.org/pdf/3213/321327190006.pdf>.

GERBER, D.; PERTILLE, C. T.; VIEIRA, F. S.; CORRÊA, B. J. S.; SOUZA, C. F.. Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí – Santa Catarina. **Acta Biológica Catarinense**. V. 5, n. 1, p 72-83, 2018. Disponível: <http://periodicos.univille.br/index.php/ABC/article/view/290/249>.

GOMES, R. C.; BIANCHI, C.; OLIVEIRA, V. P. de. Análise da multidimensionalidade dos conceitos de bacia hidrográfica. **GEOgraphia**, v. 23, n 51. 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2021.v23i51.a27667> >. DOI: 10.22409/GEOgraphia2021.v23i51.a27667.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945. Disponível: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2). DOI: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2).

HOTT, & FURTADO. **Metodologia para a determinação automática de parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas**. Campinas-SP: Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos 43. 2005, 25p. Disponível: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/17525/1/doc43bachidr\\_morf.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/17525/1/doc43bachidr_morf.pdf).

INPE. Projeto PRODES - **Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia. Taxas anuais do Desmatamento – 2008 até 2020**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/17525/metodologia-para-a-determinacao-automatica-de-parametros-morfometricos-de-bacias-hidrograficas>.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **De olho no Xingu (parte I) – Histórico de desmatamento e tendências atuais**. 2018 Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/pt-br/blog/blog-do-xingu/de-olho-no-xingu-parte-i-historico-de-desmatamento-e-tendencias-atuais-parte-i>>.

IVANAUSKAS, N.M., MONTEIRO, R. & RODRIGUES, R.R. Relações florísticas entre florestas decíduais, semidecíduais e perenifólias na região Centro-Oeste do Brasil. In: V. Claudino-Sales, org.. **Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação**. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, 2003, p.313-322.

KOHLER, M. R. .; BAMPI, A. C.; SILVA, C. A. F. da; ARANTES, A. .; GASPAR, W. J. Deforestation in the Brazilian Amazon from the perspective of cattle ranching: the degradation of water resources in the context of the northern region of Mato Grosso. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e66101119252, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19252>. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19252.

LIMA, D. N. & ZUFFO, C. E. O papel da gestão pública na gestão de recursos hídricos: uma gestão contemporânea a luz da governabilidade e governança. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, V. 6, n. 9, p. 70143-70154, 2020.

Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/16969>  
DOI: 10.34117/bjdv6n9-459.

LIMA, M. I. C. **Análise de Drenagem e seu Significado Geológico-Geomorfológico**. Belém, Pará. 1 Cd-Rom, 2002.

MONTOYA, A. D. V.; LIMA, A. M. M. DE; ROCHA, E. J. P. DA; PEREIRA FILHO, A. J. Conflitos pelo uso das águas no baixo rio Tocantins; Análise de tendências **Boletim de Geografia**, v. 36, n. 2, p. 14-30, 15 ago. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/30484>>. DOI:10.4025/bolgeogr.v36i2.30484.

MOREIRA, L. L.; SERRA, J. C. V.. Avaliação de metodologias utilizadas em estudos morfométricos de bacias hidrográficas. **Revista Agrogeoambiental**, v. 9, n. 1, abr. 2017. Disponível em: <<http://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/943>>. DOI:10.18406/2316-1817v9n12017943.

PINTO JÚNIOR, O.B.& ROSSETE, A. N. Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cachoeira, MT-Brasil. **Geoambiente On-line**. 4:38-53, 2005. Disponível: < <https://doi.org/10.5216/rev.%20geoambie.v0i4.25872>>. DOI: 10.5216/rev.%20geoambie.v0i4.25872.

RODRIGUES, A. **Gestão hídrica: governança dos bens comuns**. São Paulo: Editora Origem. 2019, 132p.

ROSSETE, A. N. **Zoneamento Ambiental do Município de Querência, MT**. 2008. Tese de Doutorado, Universidade de São Carlos, São Carlos, São Paulo. 2008, 108p.

SANCHES, R. A.; FUTEMMA, T.; ALVES, H. Q. Indigenous territories and governance of forest restoration in the Xingu River (Brazil). **Land use Policy** 104 104755, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104755>. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104755.

SANTOS, L. S.; NAHUM, J. S.; SANTOS, C. B.; SILVA JUNIOR, O. M. Paisagem rural da microrregião de Tomé-Açu sob a ótica bertrandiana. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 7, p. 2694-2715. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/242041/34638>. DOI: 10.26848/rbgf.v12.7.p2551-2579.

SILVA, D. C.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; ABREU SALES, J. C.; LOURENÇO, R. W. Uso de indicadores morfométricos como ferramentas para avaliação de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 627-642, 2016.

SILVA, J. S.; BESSA, N. G. F.; FAGUNDES, F.; SCHMITT, E.; COSTA, B. S. S. Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio como instrumento de apoio à gestão de recursos hídricos em Tocantins. **Cereus**, v.10, n. 4, p. 284-297, 2018. Disponível: <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/2044>

SIMÕES, C. G.; ALVES, H. Q.; STABILE, M. C. C.; JUNQUEIRA, R. G. P. **Querência + Paisagens Sustentáveis**. Brasília: IPAM/ISA. 2017, 69p.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952.  
Disponível em: <doi:https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2>. Doi: 10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2.

VILLELA, S. M. & MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. Editora Mc Graw Hill, São Paulo. 1975, 245p.