

Análise da morfometria areal da bacia hidrográfica do rio Nioaque-MS

*Edwina Santos da Costa¹
Emerson Figueiredo Leite²*

RESUMO

A bacia hidrográfica do Rio Nioaque-MS está localizada entre os paralelos 20°35' e 21°35' S e meridianos 55°30' e 56°10' W.Gr. A análise morfométrica como objeto do planejamento ambiental, gera conhecimento da dinâmica geomorfológica local, importantes no processo de ocupação da área para assentamentos humanos ou a produção agropecuária. O objetivo deste artigo é analisar os índices morfométricos areais e relacioná-los com as características físicas da bacia. Para tanto, empregam-se os métodos de classificação e ordenamento dos canais conforme Strahler (1952). Realizou-se a vetorização dos canais no *software* Spring/INPE, sobre cartas topográficas e foram atualizadas a partir de imagens de satélite Landsat 8. Os dados necessários para a análise da morfometria areal da bacia foram todos extraídos dos respectivos vetores, sendo a área (km²), o perímetro (km), o número de canais e seus atributos. Os parâmetros morfométricos analisados foram o índice de forma, índice de circularidade da bacia, relação de alongação, densidade hidrográfica, densidade de drenagem, textura da topografia, coeficiente de manutenção e relação de relevo. Estes índices foram calculados com apoio do *software* Hidrobacias 2.0. Resultou-se na caracterização de uma bacia não circular sendo assim não sujeita a grandes enchentes. Revelando que a sua densidade de drenagem é alta, motivada acima de tudo por sua textura topográfica e por um relevo plano. **Palavras-chave:** Bacia hidrográfica. morfometria. rio Nioaque.

ANÁLISIS DE LA MORFOMETRÍA DEL ÁREA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO NIOAQUE-MS

RESUMEN

La cuenca hidrográfica del Río Nioaque-MS está ubicada entre los paralelos 20 ° 35 'y 21 ° 35' S y los meridianos 55 ° 30 'y 56 ° 10' W.Gr. El análisis morfométrico como objeto de planificación ambiental, genera conocimiento de la dinámica geomorfológica local, importantes en el proceso de ocupación del área para asentamientos humanos o la producción agropecuaria. El objetivo de este artículo es analizar los índices morfométricos del area y relacionarlos con las características físicas de la cuenca. Para eso, se utilizan los métodos de clasificación y ordenamiento de los canales según Strahler (1952). Se llevó a cabo la vectorización de canales en el *software* Spring/INPE, en mapas topográficos y fueron actualizados usando imágenes de satélite Landsat 8. Los datos necesarios para el análisis de la morfometría del area de la cuenca fueron todos extraídos de los respectivos vectores, siendo el área (km²), el perímetro (km), el número de canales y sus atributos. Los parámetros morfométricos analizados fueron el índice de forma, el índice de circularidad de la cuenca, el índice de alargamiento, la densidad hidrográfica, la densidad de drenaje, la textura de la topografía, el coeficiente de mantenimiento y el índice de relieve. Estos índices se calcularon con el apoyo del *software* Hidrobacias 2.0. Esto resultó en la caracterización de una cuenca no circular que, por lo tanto, no está sujeta a grandes inundaciones. Revelando que su densidad de drenaje es alta, motivada sobre todo por su textura topográfica y un relieve plano. **Palabras-clave:** Cuenca hidrográfica. morfometria. río Nioaque.

¹ Aluna do Curso de Geografia Bacharelado da UFMS/CPAQ, e-mail: edwina_2018@hotmail.com

² Professor dos cursos de graduação e pós-graduação em Geografia da UFMS/CPAQ, e-mail: emerson.leite@ufms.br

Introdução

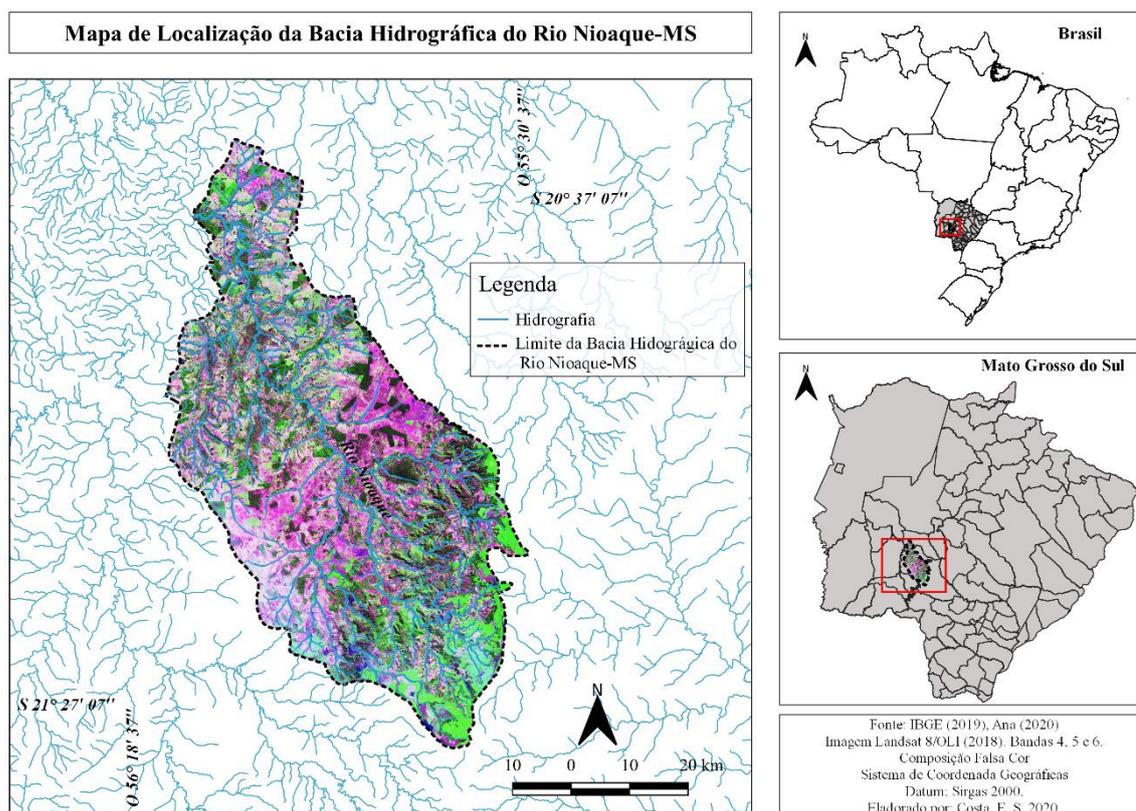
A análise morfométrica consiste na caracterização hidrológica e do relevo, auxiliando na interpretação da dinâmica do solo, na gestão dos recursos hídricos, no processo de ocupação da área para assentamentos humanos ou a produção agropecuária, podendo também fundamentar ações preventivas acerca da suscetibilidade de inundações e processos erosivos. Os resultados obtidos nessa análise podem auxiliar em planejamentos ambientais.

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997, citado por PORTO et al, 2008, p. 45).

Para Christofolletti (1980, p.3) “a bacia hidrográfica é um sistema geomorfológico aberto que está constantemente realizando trocas de energia e matéria entre os elementos climáticos dominantes e a estrutura em que se dá o escoamento, resultando em equilíbrio dinâmico”.

A bacia hidrográfica do rio Nioaque-MS deságua no rio Miranda-MS e está localizada entre os paralelos 20°35' e 21°35' S e meridianos 55°30' e 56°10' W.Gr (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Para Guerra e Cunha (2007) uma bacia hidrográfica pode englobar diferentes padrões geométricos para seus rios e uma gama de subtipos. Ainda, como padronagem geométrica relaciona-se com o ambiente geológico e climático local, é possível, através do estudo desses padrões, interpretar a natureza dos terrenos.

Destaca-se a morfometria por ser o resultado de ações erosivas sendo essas a responsável pela dinâmica da paisagem. Santos *et al.* (2014) afirmam que as características morfométricas das redes de drenagem são referências concretas da situação geomorfológica em uma bacia hidrográfica. Indicam em linhas gerais a dinâmica das vertentes que refletem no comportamento do canal no que se refere ao transporte e deposição de sedimentos.

“O conjunto de análises morfométricas é de fundamental importância para o reconhecimento da espacialidade do sistema, entre outros, quanto às características da área e da rede de drenagem” (IBGE, 2009, p.92). Santos *et al.* (2014) explicam que a análise morfométrica é parte dos instrumentos de análise do quadro ambiental e geomorfológico em bacias hidrográficas, e se materializa-se a partir de modelos matemáticos que retratam uma simplificação concreta, explicativa, essencial e precisa das características geomorfológicas. Podendo este ser aplicados nos diagnósticos de qualquer bacia hidrográfica (SANTOS *et al.*, 2014).

Análise morfométrica de acordo com Christofolletti (1999, citado por NETO, 2016), “é uma análise que tende a possibilitar a caracterização dos aspectos geométricos e de composição dos sistemas ambientais, atuando como indicadores referentes à forma, arranjo estrutural e à relação com sua geomorfologia fluvial”.

Ainda conforme Santos *et al.* (2014) os estudos morfométricos permitem avaliar e caracterizar as formas e as dinâmicas atuantes no relevo, que destas auxiliam o desenvolvimento de outros parâmetros ou indicadores que geralmente são utilizados em atividades de planejamento ambiental. Os parâmetros morfométricos são responsáveis pela caracterização hidrológica e do relevo, colaboram na explicação da dinâmica pedológica, na gestão dos recursos hídricos, nos processos de uso e ocupação da terra, sobre as estruturas geológicas, nos distintos substratos vegetativos e outros.

A área da bacia é um importante parâmetro, como Souza (2015) diz, que a importância deste dado dá-se pelo fato de possibilitar definir a potencialidade hídrica de uma bacia hidrográfica e constitui-se, ainda, em elemento básico para o cálculo de outras características físicas da bacia, como a densidade de drenagem, densidade de rios, índice de circularidade, comprimento da bacia e outros.

Na análise areal das bacias hidrográficas estão englobados vários índices nos quais intervêm medições planimétricas, além de medições lineares. Podemos incluir os seguintes índices: (CHRISTOFOLLETTI,1980, p.113), “área da bacia (A), comprimento da bacia (L), relação entre o comprimento do rio principal e a área da bacia, forma da bacia, densidade de rios, densidade da drenagem, densidade de segmento da bacia, relação entre as áreas das bacias e coeficiente de manutenção”.

Estes aspectos refletem, conforme Barbosa e Furrier (2011), algumas das inter-relações mais significativas entre os principais fatores responsáveis pela evolução e organização do modelado, em particular a geomorfologia. Os cálculos morfométricos relacionados aos caracteres espaciais (areais) e lineares da drenagem contribuem também para caracterização das unidades geomorfológicas.

Objetivo

O objetivo deste trabalho é aplicar os índices morfométricos areais na bacia hidrográfica do rio Nioaque-MS, a fim de discutir os resultados obtidos a partir da aplicação dessas variáveis.

Material e Métodos

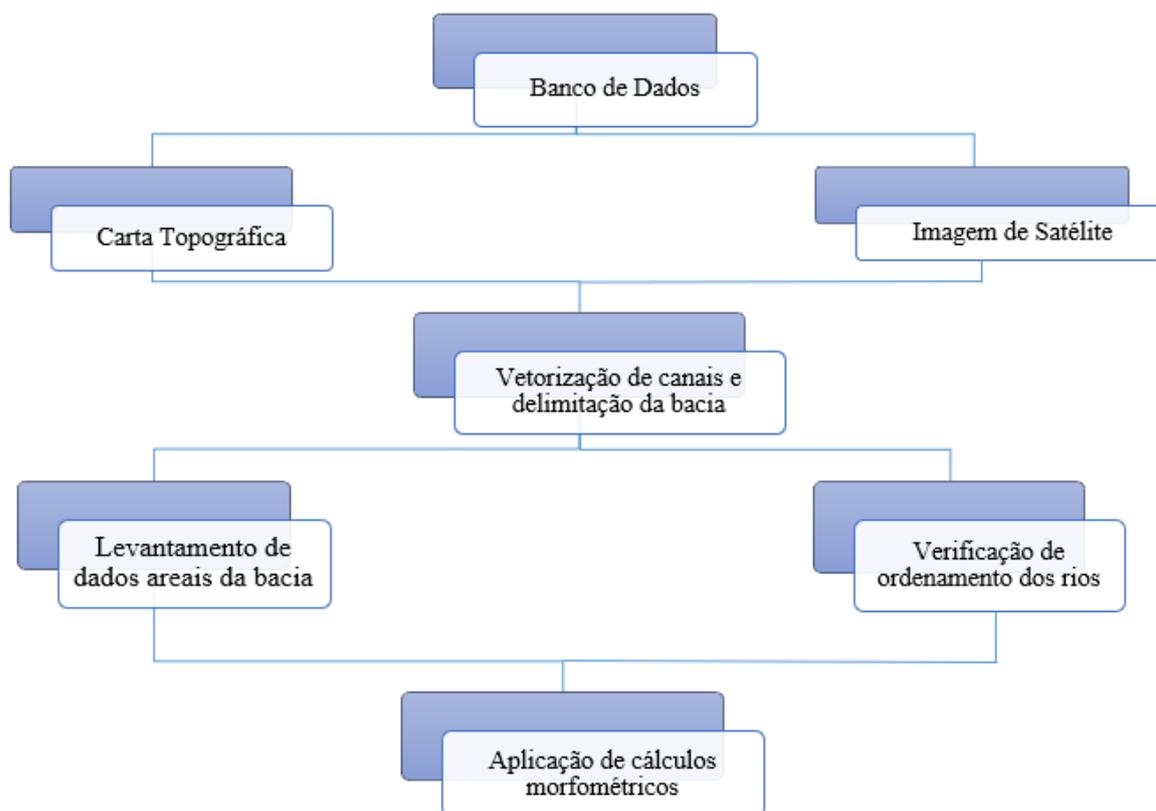
No presente trabalho, manipulou-se dois *softwares*, o Spring/INPE, para a criação do banco de dados e o *software* Hidrobacias 2.0 para a realização dos cálculos morfométricos.

Para o levantamento de dados utilizou-se das Cartas Topográficas: Folha SF.21 Nioaque, SF.21 Aldeia Lalima, SF.21 Jardim e folha SF.21 Ribeirão Taquaruçu. Todas em escala 1:100.000, com equidistância das curvas de nível de 40 m.

A atualização dos dados foi feita por imagens de Satélite Landsat 8 RGB falsa cor, bandas 4, 5 e 6.

A figura 2 demonstra as etapas dos procedimentos, para a obtenção dos resultados.

Figura 2 – Fluxograma das etapas para análise morfométrica



Fonte: o próprio Autor, 2019.

Aplicou-se a verificação da ordenação dos rios fundamentada no método de hierarquia fluvial de Strahler (1952).

Segundo Strahler (1952) citado por Christofolletti (1980), os menores canais sem tributário, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda e de primeira ordens; os de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente.

Os cálculos dos parâmetros morfométricos se enquadram na análise areal de bacias hidrográficas propostas por Christofolletti (1969) sendo os índices:

• O índice de forma (K) representa a relação existente entre o perímetro da bacia (P) e a área da bacia (A), sendo este calculado pela expressão:

$$K = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

• O índice de Circularidade da bacia (C), é entendido como sendo a relação entre a circunferência (Pc) de um círculo de mesma área que a da bacia considerando o (P) perímetro desta bacia, encontrado com a aplicação da equação:

$$C = \frac{Pc}{P}$$

• A relação de alongação (Re) correlaciona o diâmetro de círculo com a mesma área que a da bacia (dc) considerada e o maior comprimento da mesma (db) que é medido paralelamente à linha principal de drenagem (1).

$$Re = \frac{dc}{db}$$

• Densidade hidrográfica (Dh) apresenta a relação existente entre o número de rios (N) ou cursos d'água e a área da bacia hidrográfica (A) sendo expressa pela fórmula:

$$Dh = \frac{N}{A}$$

A finalidade deste índice é, pois, comparar a frequência ou a quantidade de cursos de água existente em área de tamanho padrão, ou seja, por exemplo, o quilômetro quadrado. O número de rios é entendido como a soma total de todas as parcelas concernentes aos números de segmentos encontrados em cada ordem.

• A densidade da drenagem (Dd) correlaciona o comprimento total dos canais ou rios (L) e a área da bacia hidrográfica (A), podendo ser calculada pela equação:

$$Dd = \frac{L}{A}$$

• A Textura da topografia (Tt) pode ser obtida a partir da densidade de drenagem com a seguinte equação:

$$\log Tt = 0,219649 + 1,115 \log Dd$$

• Coeficiente de manutenção (Cm) é o índice que representa uma medida de textura, semelhante à densidade de drenagem. Tem a finalidade de fornecer a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento permanente. É expresso em m²/m:

$$Cm = \frac{1}{Dd} \cdot 1000$$

• Relação de relevo (Rr) apresenta a relação existente entre o relevo total de uma bacia (diferença de altitude - H, entre o ponto mais alto e o mais baixo da bacia hidrográfica) e a maior extensão da referida bacia (L), medida paralelamente à principal linha de drenagem. A relação do relevo pode ser calculada pela expressão:

$$Rr = \frac{H}{L}$$

A morfometria tem como finalidade analisar aspectos geomorfológicos e fluviais a partir de cálculos matemáticos simplificados para um maior entendimento da área em relação a possíveis propensões de cheias e processos erosivos. Cada uma das fórmulas utilizadas tem uma finalidade específica, conforme supracitado.

Resultados e Discussões

O levantamento dos dados de entrada necessários à análise da morfometria da bacia foram: área (km²), perímetro (km), número de canais e comprimento dos canais (km) onde os mesmos possibilitaram os cálculos das equações de cada índice morfométrico, que resultaram nos valores demonstrados na tabela 1.

Tabela 1 – Índices morfométricos da bacia hidrográfica do rio Nioaque/MS

Índices	Unidades
A-Área de drenagem (km ²)	3256 km ²
P- Perímetro (km)	306 km
Lt- Comprimento total dos rios (km)	1399 km
L- Comprimento do rio principal (km)	83 km
EV- Distância da nascente a foz (km)	95 km
N- Número de todos os rios	303
Lb- Comprimento da bacia (km)	111 km
Índice de forma (K)	1,512 km ²
Índice de Circularidade da bacia (C)	0,437 km ²
Relação de alongação (Re)	0,330 km
Densidade hidrográfica (Dh)	0,073
Densidade da drenagem (Dd)	0,430 km/km ²
Textura da topografia (Tt)	0,647
Coefficiente de manutenção (Cm)	430 m ² /m
Relação de relevo (Rr)	2,981 km

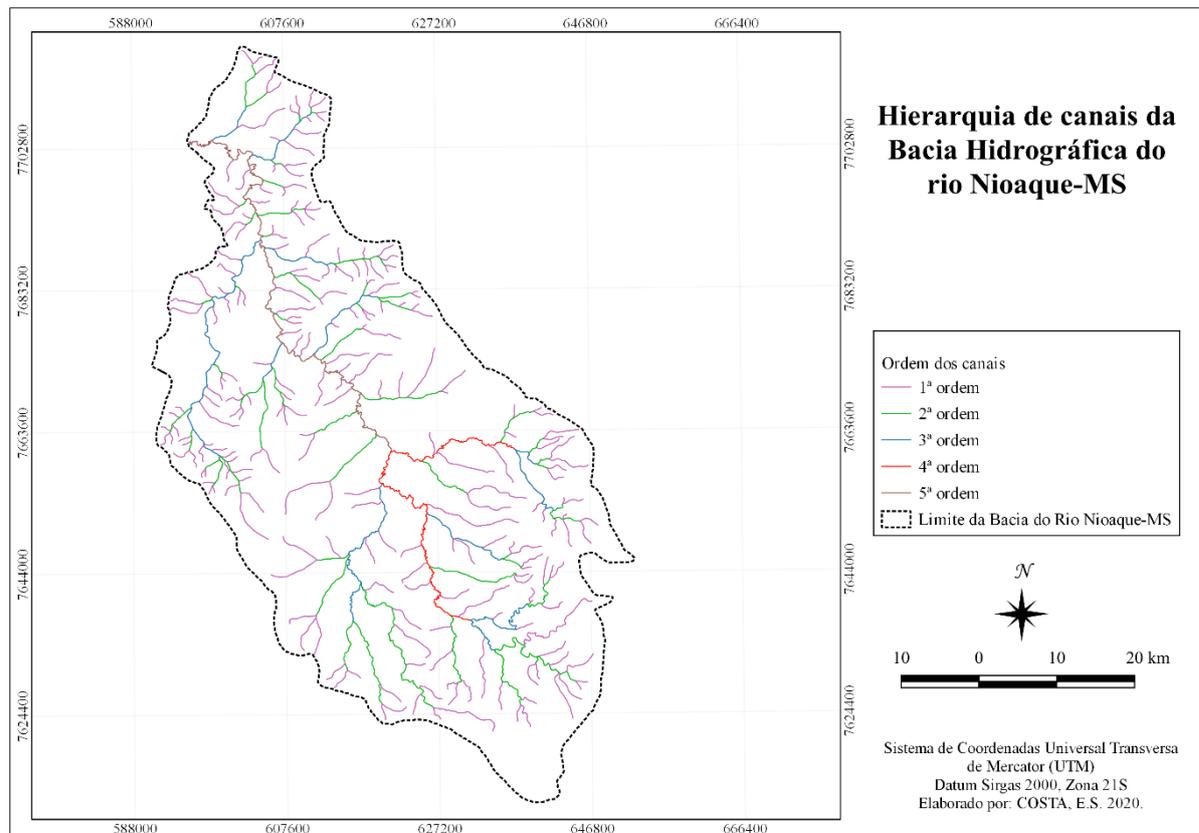
Fonte: o próprio Autor, 2019.

“A análise morfométrica de bacias hidrográficas inicia-se pelo ordenamento dos canais fluviais, com a finalidade de estabelecer a hierarquia fluvial representada numericamente pela magnitude” (IBGE, 2009, p.102). De acordo com a classificação hierárquica proposta por Strahler (1952), a bacia hidrográfica do rio Nioaque é um rio de 5º ordem (Figura 3).

Segundo Christofletti (1980) a hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total de bacia hidrográfica na qual se encontra. Isso é realizado com a função de tornar mais fácil e objetivo as análises morfométricos (análise linear, areal) sobre as bacias hidrográficas.

As características de uma bacia hidrográfica envolvem vários fatores quantitativos e qualitativos em relação a sua forma de relevo. Para a avaliação quantitativa da área o auxílio das técnicas da morfometria a partir de cálculos matemáticos contribuíram para uma construção de resposta hidrográfica em questão. Os resultados dos cálculos obtidos, entretanto, devem ser interpretados juntamente com estudo geomorfológicos qualitativos e observações de campo.

Figura 3 – Ordenação de canais da bacia hidrográfica do Rio Nioaque-MS.



Fonte: o próprio Autor, 2020.

Índice de forma (K)

O índice de forma (K) obteve o valor de 1,512, que indica uma bacia não circular, sendo assim não sujeita a grandes enchentes, segundo a metodologia de Christofolletti (1969).

Conforme empregado por Tolentino, Gandolfi e Paraguassu (1968, p.43) e por Gandolfi (1968), citado por Christofolletti (1969); o número calculado independe da área considerada, dependendo apenas da forma da bacia. Para os mesmos autores o menor valor possível seria $K=1,0$, o que corresponde a uma bacia circular.

As bacias circulares são entendidas como aquelas que recebem escoamento de áreas mais elevadas ao mesmo tempo, conseqüentemente ocasionando enchentes maiores, enquanto áreas menos circulares o escoamento é mais distribuído, o que faz a água percorrer um maior caminho e assim menor é a propensão de enchentes.

Índice de circularidade da bacia (c)

O valor obtido foi de 0,437, o que segundo Christofolletti (1969), corresponde a uma bacia não circular. Na metodologia do autor, o índice de circularidade apresenta valor máximo de 1,0, quando o perímetro da bacia corresponde ao perímetro circular o que demonstra que a área em estudo é mais alongada e com seus escoamentos mais distribuídos.

Relação de alongação (Re)

A relação de alongação é semelhante ao índice de circularidade diferindo-se somente no processo de cálculo onde o valor máximo também é igual a 1,0. Constitui outra maneira de estudar a forma da bacia, comparando-a com um círculo da mesma área (CHRISTOFOLETTI, 1969).

Correlacionando o diâmetro do círculo com a mesma área que a da bacia (d_c = diâmetro do círculo) considerada o maior comprimento da mesma (d_b = diâmetro da bacia) que é medido paralelamente à linha principal de drenagem, a relação de alongação resultou em 0,330 km, correspondendo a distância em relação a posição de equilíbrio. Em que basicamente representa a extensão do raio da bacia.

Índice de densidade hidrográfica

Citado por Christofolletti (1969, p.39), “o índice de densidade hidrográfica foi primeiramente definido por Horton (1945, p.283), com a denominação de frequência de rios (*Stream frequency*). Posteriormente empregada por Freitas (1952, p.54) como sendo a relação existente entre o número de rios ou cursos d’água e a área da bacia”.

Aplicando a ordenação dos canais hidrográficos, segundo Strahler (1952), obteve-se a partir da equação da densidade hidrográfica o valor de 0,073/km² que representa um comportamento hidrográfico baixo na área, segundo Chistofolletti (1969).

Para Christofolletti (1980) a densidade hidrográfica corresponde um dos aspectos fundamentais na capacidade de gerar novos cursos de água, pois implica que todo e qualquer rio surge em uma nascente.

Densidade de drenagem

O cálculo da densidade de drenagem é importante na análise das bacias hidrográficas pois, manifesta relação inversa com o comprimento dos rios. À medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem (STRAHLER, 1952, citado por CHRISTOFOLETTI, 1980).

A densidade de drenagem demonstrou o valor de 0,430 km/km², o que representa uma densidade baixa, conforme Chistofolletti (1969).

Segundo análise na escala métrica (quilômetro por quilômetro quadrado) proposto por Strahler (1952), o valor menor que 7,5 demonstra baixa densidade de drenagem, entre 7,5 e 10,0, média densidade de drenagem e maior que 10,0, alta densidade de drenagem.

Para Back (2014), a densidade de drenagem é um indicativo do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, pois representa a velocidade que a água deixa a bacia hidrográfica. Valores altos refletem bacias altamente dissecadas, e respondem rapidamente à chuva e valores baixos refletem bacias pobremente drenadas, com baixa velocidade de resposta hidrográfica

Textura topográfica

A fim de obter padrão interpretativo para os valores de textura topográfica Smith (1952) propôs parâmetros para a classificação. O quadro 1, apresenta a correlação das razões de textura média com índices expressos em milha e em quilômetros (CHRISTOFOLETTI, 1980)

Quadro 1 – Classificação de textura

Classe de textura topográfica	Razão de Textura média	
	Perímetro expresso em milhas	Perímetro expresso em quilômetros
Grosseira	Abaixo de 2,5	Abaixo de 4,0
Média	Entre 2,5 e 6,2	Entre 4,0 e 10,0
Fina	Acima de 6,2	Acima de 10,0

Fonte: CHRISTOFOLETTI (1969, p.42)

A partir do cálculo relacionado à textura topográfica o valor obtido foi de 0,647 que demonstra uma textura topográfica grosseira, conforme a classificação de textura apresentada.

Freitas (1952, citado por CHRISTOFOLETTI, 1969) diz que a textura da topografia depende de vários fatores que atuam na drenagem sendo estes classificados em fatores naturais e fatores acidentais. Os fatores naturais representam o clima, a vegetação, a natureza da rocha ou do solo, intensidade da chuva, capacidade de infiltração e estágio do perfil longitudinal do rio entre outros fatores da natureza da área. Já os fatores acidentais abrangem o grau de perfeição do mapeamento e o valor da escala empregada.

Em geral, as rochas pouco resistentes, solos desprotegidos pela vegetação, produzem textura fina e as rochas resistentes causam uma textura grosseira, caracterizada pelo espaçamento das curvas de nível e rarefação das linhas de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1969).

Coefficiente de manutenção

O coeficiente de manutenção representa a área mínima proposto para o desenvolvimento dos canais de drenagem permanentes. Chegou-se no resultado de 2327,377 m², sendo esta considerada pequena na manutenção da rede hidrográfica segundo Chistofoletti (1969).

Definido por Schumm (1956), citado por Christofoletti (1969, p.43) “o coeficiente de manutenção representa a medida da textura, semelhante a densidade de drenagens, importantes nas caracterizações do sistema de drenagem”.

Relação de relevo

“A relação de relevo é a representação da relação existente entre o relevo total de uma bacia (diferença de altitude entre as cotas mais altas do relevo e as mais baixas) e a maior extensão da referida bacia” (CHRISTOFOLETTI, 1969, p.44).

Tendo como valores de cota mais alta 400m e mais baixa 95m, obteve-se o valor médio de 247,5. Correlacionando a relação entre o valor médio e maior extensão da bacia principal medida em paralelo, sendo esta de 83 km, o resultado foi de 2,981 km, o que representa a média da inclinação da superfície do terreno da bacia.

Considerações Finais

A morfometria tem como finalidade analisar aspectos a partir de cálculos matemáticos simplificados para um maior entendimento da área em relação às características físicas, importantes de serem levados em conta nos processos de ocupação da área para assentamentos humanos ou a produção agropecuária podendo também fundamentar ações preventiva acerca da suscetibilidade de inundações e a possíveis propensões de cheia.

Conclui-se que, a partir da análise morfométrica a bacia hidrográfica do rio Nioaque/MS possui baixa densidade de hidrográfica, pobremente drenada e com baixa velocidade de resposta hidrográfica. Respostas que podem ser associadas à forma mais alongada, solos e rochas permeáveis, o que nos leva a uma baixa capacidade de gerar novos cursos d'água. A textura topográfica grosseira também indica que na bacia há estágios erosivos não recentes.

O estudo geomorfológico quantitativo deve ser abordado em conjunto com outros métodos, bem como associados ao uso e cobertura da área para fim de planejamento dos espaços, sendo estes vistos como sugestões de análises para novos trabalhos.

Agradecimentos

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS/MEC – Brasil”

Referências

- BACK, Á. J. **Bacias Hidrográficas: classificação e caracterização física**. Florianópolis: Epagri, 2014.
- BARBOSA, Maria Emanuella F. e FURRIER, Marx. Caracterização geomorfológica com apoio de índices morfométricos: O estudo de caso da bacia do rio Guruji. **Revista Cadernos do Logepa**, João Pessoa, v.6, n.1, p. 1-24, jan./jun. 2011.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Análise morfométrica das bacias hidrográficas**. Not. Geomorfológica, Campinas, 9 (18): pag. 35-64, dez. 1969.
- _____. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- GUERRA, Antonio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista, **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 7ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- IBGE/**Manual Técnico de Geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. Ed.- Rio de Janeiro. 2009. N.5.
- MIGUEL, Angélica Estigarribia São, MEDEIROS, Rafael Brugnolli, DECCO, Hermiliano Felipe e OLIVEIRA, Wallace de,. Características Morfométricas do relevo e rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Taquaruçu/MS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol.07, n.04, 2014.
- NETO, Manoel Cirício Pereira,. Análise areal como subsídio aos estudos Integrados da bacia hidrográfica do rio Seridó (RN/PB). **Revista Equador (UFPI)**, Vol. 5, Nº 4 (Edição Especial 03), p. 250 – 261.
- PORTO, Monica F. A., PORTO, Rubem La Laina,. **Dossiê Água, Gestão de bacias hidrográficas**. Scielo. São Paulo. Estud. Av. vol. 22, 2008.
- SANTOS, Rodrigo Lima *et al.*, Estudo Morfométrico da Bacia do Riacho Açaizal – MA/Brasil. **Revista Percursos-NEMO**, Maringá, v. 6, n. 1, p. 105 – 126, 2014.
- SOUZA, Isabela Catarina De./**Aspectos da Morfometria de Drenagem e Produção de Sedimentos em Relação a Variante Chuva x Vazão de Diferentes Trechos da Bacia do Ribeirão do Gama – Distrito Federal nos anos de 2014 a 2015**./ Dissertação de Mestrado. (Pós-Graduação em Geografia) Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Geografia, 2015.