

**Análise integrada morfométrica e de ocupação em pequenas Bacias Hidrográficas:**

**Estudo de caso do Córrego Santa Maria, Conceição de Ipanema-MG**

**Analysis integrated morphometric and occupation in small drainage basin: Case study  
of the Santa Maria stream, Conceição de Ipanema-MG**

**Análisis morfológico y de ocupación integrado en pequeñas cuencas hidrográficas:**

**Estudio de caso del Arroyo Santa Maria, Conceição de Ipanema-MG**

Recebido: 14/09/2020 | Revisado: 18/09/2020 | Aceito: 28/09/2020 | Publicado: 29/09/2020

**Bárbara Carolina Reis**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9549-735X>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [barbaracreis@unifei.edu.br](mailto:barbaracreis@unifei.edu.br)

**Dimária Aparecida Fernandes Dias**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9391-7875>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [dimariaprofagua@outlook.com](mailto:dimariaprofagua@outlook.com)

**Eliane Maria Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1749-6105>

Universidade Federal de Itajubá

E-mail: [elianevieira@unifei.edu.br](mailto:elianevieira@unifei.edu.br)

## **Resumo**

A análise integrada de bacias hidrográficas, com ênfase nos parâmetros morfométricos e nos dados levantados com a avaliação do uso e ocupação do solo consiste em um importante e indispensável método de caracterização do comportamento hidrológico de um dado território, que subsidia a gestão e a tomada de decisões voltadas para a conservação desses ambientes. Neste sentido, o trabalho teve por objetivo caracterizar a bacia hidrográfica do córrego Santa Maria, Conceição de Ipanema, MG. O estudo aborda a implantação de técnicas para análises morfométricas com vistas na determinação das características físicas da bacia por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A metodologia contou com o uso de Imagens de Satélite, Cartas Topográficas, *Software* ArcGis e com a realização de cálculos variados de índices de morfometria. Os resultados demonstraram que o universo de estudo trata-se de uma

bacia de 4ª ordem, com tendência a um formato mais alongado, média capacidade de drenagem, expressiva permeabilidade e baixo nível de propensão a cheias. Já as características do uso e cobertura do solo evidenciam que 65,23% da sua extensão referem-se a áreas de pastagem, 33,25% correspondem à vegetação nativa e apenas 1,52% são locais que apresentam seu solo exposto. Concluiu-se a evidente necessidade da execução da recomposição vegetal das zonas ripárias com vistas na manutenção da qualidade e quantidade de água na região, bem como, a preservação de espécies nativas e o adequado manejo do uso e ocupação do solo.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento; Plano de manejo; Qualidade da água.

### **Abstract**

The integrated analysis of drainage basin, is an important and indispensable method of characterizing the hydrological behavior of a given territory. Those analyses with emphasis on morphometric parameters and data collected from the assessment of land use and occupation supports management and decision-making focused on the conservation of these environments. In this sense, the work aimed to characterize the drainage basin of Santa Maria stream, Conceição de Ipanema, MG. The study addresses the implementation of techniques for morphometric analysis with a view to determining the physical characteristics of the basin using Geographic Information Systems (GIS). The methodology relied on the use of Satellite Images, Topographic Charts, ArcGis Software and the performance of varied calculations of morphometric indices. The results showed that the study universe is a 4th order basin, with a tendency to a more elongated shape, medium drainage capacity, expressive permeability and low level of flood prone. The characteristics of land use and cover show that 65.23% of its extension refers to pasture areas, 33.25% correspond to native vegetation and only 1.52% are places that present their exposed soil. Consequently, there is a urgent need to act on vegetation restoration in riparian zones in order to maintain the quality and quantity of water in the region, as well as the preservation of native species and the proper management of land use and occupation.

**Keywords:** Geoprocessing; Management plan; Water quality.

### **Resumen**

El análisis integrado de las cuencas hidrográficas, con énfasis en los parámetros morfométricos y en los datos recogidos a partir de la evaluación del uso y la ocupación del suelo, es un método importante e indispensable para caracterizar el comportamiento

hidrológico de un territorio determinado, que subvenciona la gestión y la toma de decisiones encaminadas a la conservación de esos entornos. En este sentido, el trabajo tenía como objetivo caracterizar la cuenca del arroyo de Santa María, Conceição de Ipanema, MG. El estudio aborda la aplicación de técnicas de análisis morfométrico con miras a determinar las características físicas de la cuenca mediante sistemas de información geográfica (SIG). La metodología se basaba en el uso de imágenes de satélite, cartas topográficas, el software ArcGis y varios cálculos de índices morfométricos. Los resultados mostraron que el universo de estudio es una cuenca de 4º orden, con tendencia a un formato más largo, capacidad de drenaje media, permeabilidad expresiva y bajo nivel de propensión a las inundaciones. Las características del uso y cobertura del suelo muestran que el 65,23% de su extensión se refiere a zonas de pastos, el 33,25% corresponde a vegetación autóctona y sólo el 1,52% son lugares que tienen su suelo expuesto. Se llegó a la conclusión de que existe una evidente necesidad de recomposición vegetal de las zonas ribereñas para mantener la calidad y cantidad de agua en la región, así como la preservación de las especies nativas y la gestión adecuada del uso y la ocupación del suelo.

**Palabras clave:** Geoprocusamiento; Plan de gestión; Calidad del agua.

## 1. Introdução

A interação das sociedades hodiernas com o meio físico tem contribuído com a degradação dos ecossistemas regionais, e ressaltado a necessidade de conhecer as características e propriedades do solo, água e vegetação local, com vistas na determinação de ferramentas que possam verificar se os processos de exploração dos recursos naturais, que compreendem tais ambientes, estão ocorrendo de forma ambientalmente adequada (Silva, Brites & Souza, 1999).

A Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e estabelece diretrizes e políticas públicas para melhor utilização da água, tem como unidade territorial para implementação da gestão e estudos, as bacias hidrográficas (Brasil, 1997). De acordo com Villela & Mattos (1975), as características físicas de uma bacia hidrográfica possuem elementos essenciais para a avaliação do seu comportamento hidrológico, sendo assim, a realização de análises de aspectos relacionados à drenagem, relevo e geologia podem elucidar diversas questões associadas à dinâmica ambiental local, bem como direcionar os planos de manejo das mesmas.

A caracterização morfométrica se constitui um dos principais métodos utilizados em análises ambientais e hidrológicas, pois, sua aplicação permite conhecer a dinâmica ambiental de um dado território, a partir do diagnóstico de mudanças que se deram com ou sem intervenção humana (Doriguel, Campos & Júnior, 2015). Em síntese, a utilização do referido método permite “[...] estabelecer níveis de fragilidades relacionados às características físicas e ambientais da área, indicando as possibilidades e restrições ao uso atual e futuro do solo” (Calil et al., 2012).

Cardoso et al. (2006) aduzem que a caracterização morfométrica de bacias hidrográficas, tem sido amplamente utilizada a partir da integração de indicadores que abrangem, por exemplo, forma, compactidade, ordem e o arranjo estrutural da bacia ao Sistema de Informações Geográficas (SIG), podendo essa, ser realizada de modo manual ou automático. Nesse sentido, ressalta-se que a manipulação de informações espaciais em ambiente SIG, apresenta-se como uma excelente alternativa, em se tratando de técnicas que viabilizem, de maneira vantajosa e eficiente, a geração de um banco de dados que ofereça suporte à caracterização morfométrica de um determinado território.

Segundo Alves et al. (2019) e Silva et al. (2018), apesar da essencialidade da análise morfométrica no tocante a avaliação do comportamento hidrológico e no oferecimento de suportes para seleção de decisões relativas à conservação ambiental, é importante que, em conjunto a tal metodologia sejam analisados uma série de outros parâmetros, tal qual, o uso e ocupação do solo, com vistas no detalhamento do estudo a partir de dados mais amplos e concisos.

Nesta perspectiva, considerando a inexistência de estudos realizados na bacia hidrográfica do Córrego Santa Maria (Minas Gerais – Brasil) nos quais a variabilidade espacial inerente aos problemas ambientais, fosse avaliada, este trabalho tem por objetivo caracterizar a morfometria e quantificar as principais classes de uso e cobertura do solo no referido território, sob o uso de técnicas e metodologias de geoprocessamento, com vista na obtenção de dados que possam contribuir para ações de conservação e recuperação do local, de modo a garantir decisões assertivas diante de possíveis efeitos hidroambientais adversos, a exemplo de secas, cheias ou degradação dos recursos naturais.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Área de estudo**

A Bacia do Córrego Santa Maria está inserida no município de Conceição de Ipanema, localizado na Região Sudeste do país, Vale do Rio Doce, cuja população estimada do município é de 4574 pessoas. Dentre as atividades econômicas dominantes no município, a predominante refere-se à criação de gado, com destaque para a produção de leite (IBGE, 2020). Ademais, o Córrego Santa Maria que por vez, deságua no rio José Pedro, afluente do rio Manhuaçu, situa-se em região composta por pequenas propriedades rurais, com extensas áreas de pastagens e é formada pelo bioma da Mata Atlântica.

### **2.2 Uso e cobertura do solo**

A classificação do uso e cobertura do solo foi feita no *software* SPRING 5.4.3, com imagens do satélite SENTINEL-2 (resolução espacial de 10 metros). A imagem de entrada foi obtida no *site* da USGS (2019), e refere-se à data de 05 de novembro de 2019, órbita ponto 24KTC, empregando a composição colorida 04/02/02 em RGB. No processo de classificação supervisionado do *software* foram coletadas no mínimo 15 amostras para cada classe, a partir de visualização no *software* Google Earth Pro.

### **2.3 Morfometria da Bacia Hidrográfica**

Uma das formas de compreender os ecossistemas aquáticos é a partir de uma avaliação hidrográfica que componha as interações entre os recursos hídricos e os ambientes terrestres. No que tange tais interações, segundo Franco & Santo (2015), a morfometria de bacias hidrográficas se constitui uma eficiente metodologia por caracterizar matematicamente os aspectos geométricos, que por vez, interferem diretamente na hidrologia das bacias.

O processo de caracterização da Bacia Hidrográfica do Córrego Santa Maria contou com a estimativa de diversos parâmetros físicos, tais como: coeficiente de compacidade, fator forma, índice de circularidade, declividade e altitude, ordem e densidade da drenagem, descritos a seguir.

### 2.3.1 Coeficiente de compacidade

O coeficiente de compacidade ( $K_c$ ) estabelece relações entre o formato da bacia e um círculo, em síntese, constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo com área semelhante à da bacia (Cardoso et al., 2006).

De acordo com Cordero (2013), o coeficiente de compacidade é um número adimensional que varia conforme o formato da bacia. Quando o coeficiente apresenta valores iguais a 1,0 significa que se trata de uma bacia perfeitamente circular, por outro lado, valores superiores referem-se a bacias mais alongadas. Com os valores do coeficiente de compacidade é possível determinar a suscetibilidade da bacia a enchentes. Os autores elucidam ainda que, na inexistência de outros fatores que interfiram, o menor valor de índice de compacidade indica a maior potencialidade de ocorrência de picos de enchente elevados.

A relação entre o perímetro de uma bacia hidrográfica e a circunferência de círculo de área se dá a partir da equação que se segue:

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

Onde:  $K_c$  é o coeficiente de compacidade,  $P$  o perímetro (m) e  $A$  a área de drenagem ( $m^2$ ).

### 2.3.2 Fator de forma

O fator de forma é um índice que estabelece a relação entre a forma da bacia hidrográfica e a forma de um retângulo, a partir da largura média e o comprimento do curso d'água principal, ou seja, o comprimento axial da bacia (Santos, 2001).

Uma bacia cujo fator forma é baixo está menos sujeita a enchentes comparada a outra do mesmo tamanho, mas com índice maior. Isso acontece, pelo fato de que em uma bacia estreita e longa, a possibilidade de ocorrência de precipitações pluviométricas cobrindo toda a bacia é menor, além disso, em bacias que apresentam tais características, o curso d'água principal recebe contribuições dos tributários em vários pontos de sua extensão (Cordero, 2013).

Desse modo, caso inexistam outros fatores que interfiram no fator forma, quanto menor o seu valor, ou seja, mais distante da unidade, mais comprida é a bacia, e, portanto, está também menos sujeita às cheias (Carvalho & Silva, 2006).

O fator de forma (F) pode ser determinado a partir da seguinte equação (Villela & Matos, 1975):

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

Sendo: o F fator de forma, A área de drenagem (m<sup>2</sup>) e L o comprimento do eixo da bacia (m).

### 2.3.3. Índice de circularidade

Similarmente ao coeficiente de compacidade, quando o formato da bacia hidrográfica se aproxima de um círculo o índice de circularidade tende à unidade e reduz à medida que sua forma se torna mais alongada (Oliveira, Sobrinho, Steffen & Rodrigues, 2010). Segundo Sousa & Paula (2016), bacias as quais o formato se aproxima ao de um círculo, podem provocar a conversão do escoamento superficial para trechos pequenos do rio principal, sendo assim, quanto mais próximo de 1,0 for o índice, maior será a suscetibilidade de picos de enchentes na bacia.

Para o cálculo do índice de circularidade (IC) utilizou-se a Equação 3, apresentada a seguir (Cardoso et al, 2006).

$$IC = \frac{12,57 \times A}{P^2} \quad (3)$$

Onde: IC é o índice de circularidade, A é a área de drenagem (m<sup>2</sup>) e P o perímetro (m).

### 2.3.4 Declividade e altimetria

As características do relevo, tais como, declividade e altitude podem interferir na hidrologia e meteorologia de uma bacia hidrográfica. Tais interferências se dão, pelo fato de que as variações do relevo podem influenciar nas variações de pressão, temperatura, umidade e velocidade e perfil do escoamento superficial da água (Sousa & Paula, 2016).

Diante disso, para o presente estudo a altitude foi determinada a partir da base altimétrica do Shuttle Radas Topography Mission (SRTM) baixada do [webmapit.com/topodata](http://webmapit.com/topodata) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com resolução espacial de 30m, e, através do software ArcGis 9.3 realizou-se a classificação temática para

apresentação do mapa. Por conseguinte, com a utilização do comando *Slope* do ArcGis, disposto no módulo *Arc Toolbox* do ArcGIS 9.3 a declividade foi calculada a partir da referida base da área de estudo.

### 2.3.5 Ordem

O parâmetro ordem, ou hierarquia fluvial, trata da classificação acerca do grau de ramificações e/ou bifurcações apresentadas por uma bacia hidrográfica (Campos et al., 2015). Para o estudo, os cursos d'água foram determinados seguindo critérios estabelecidos por Strahler (1957).

Segundo Strahler (1957), as ordens de fluxo devem ser escolhidas de modo que os canais sem tributários sejam os de 1ª ordem; canais que recebem tributários de 1ª ordem, mas somente esses, são os de 2ª ordem; os fluxos de 3ª ordem são os que recebem tributários de 2ª ou de 1ª ordem, e assim por diante, até que finalmente o fluxo principal seja o de ordem mais alta, caracterizando o ordenamento da bacia.

### 2.3.6 Densidade de drenagem

Os sistemas de drenagem ( $D_d$ ) de uma dada bacia hidrográfica são formados pelo rio principal e seus tributários. Tal estudo indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem a partir da velocidade em que a água deixa a bacia (Cardoso et al., 2006).

A densidade de drenagem é obtida pela relação entre a somatória da área total da bacia e todos os canais da rede hidrográfica. Neste estudo, o cálculo do índice foi obtido mediante a Equação 4 (Faria, Barros & Brito, 2018).

$$D_d = \frac{L_t}{A} \quad (4)$$

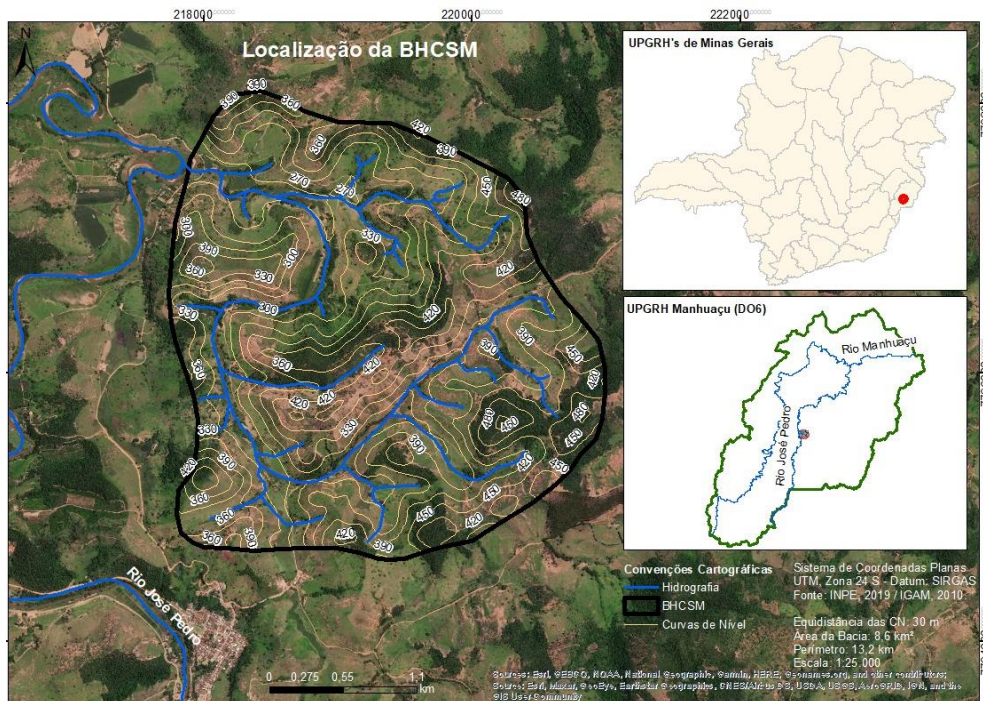
Sendo:  $D_d$  é a densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>),  $L_t$  o comprimento total de todos os canais (km) e  $A$ , a área de drenagem (km<sup>2</sup>).



### 3. Resultados e Discussão

A área de estudo compreendeu a bacia hidrográfica do córrego Santa Maria localizada no município de Conceição de Ipanema em Minas Gerais, cujas coordenadas são 19°55'40'' S e 41°41'38'' W. A bacia encontra-se inserida na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) Manhuaçu DO6 (Figura 1).

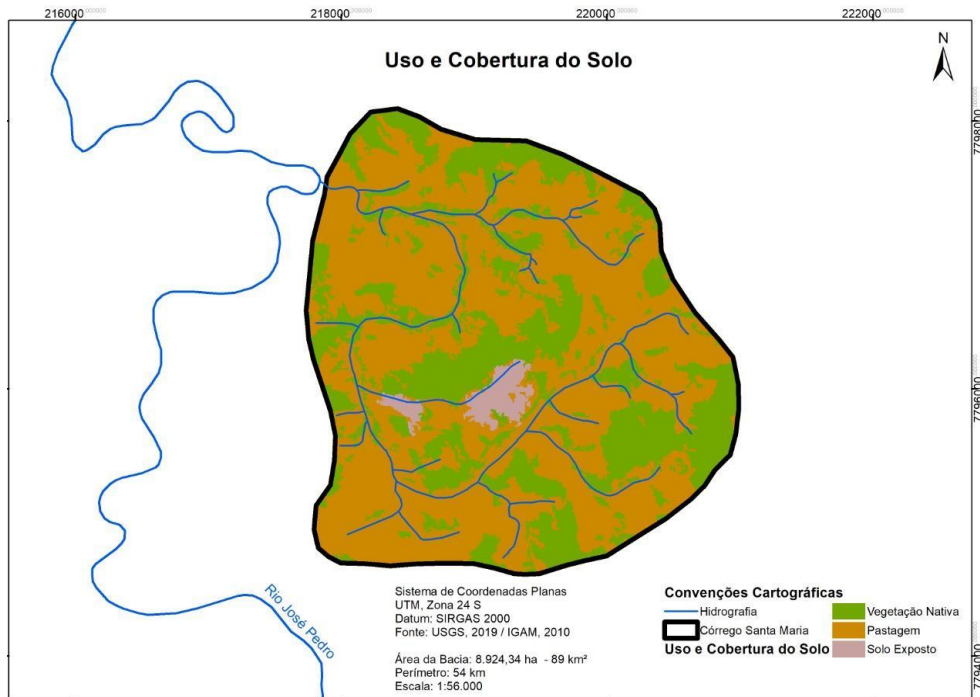
**Figura 1** – Localização da bacia hidrográfica do Córrego Santa Maria.



Fonte: Autores (2019).

Segundo dados obtidos através das ferramentas de análise de terreno do *software* ArcGIS<sup>®</sup>, a mesma apresenta uma área total de 8,6 km<sup>2</sup>, perímetro de 13,2 km e comprimento total de 3,96 km.

**Figura 2** – Carta de uso e cobertura do solo da Bacia do córrego Santa Maria.



Fonte: Autores (2019).

Na Figura 2 é apresentada uma carta de uso e cobertura do solo que elucida a classificação dos diferentes usos aplicados na bacia hidrográfica do Córrego Santa Maria. As classes de uso e cobertura localizadas foram: solo exposto (0,13 km<sup>2</sup>) (1,52%) vegetação nativa (2,86 km<sup>2</sup>) (33,25%) e pastagem (5,61 km<sup>2</sup>) (65,23%). As simbologias (cores) dos usos seguiram o Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

De acordo com dados disponibilizados pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) do estado de MG, concentra-se na bacia a criação de gado leiteiro. Dessa forma, tanto os percentuais atribuídos às áreas de pastagem quanto aos visualizados para solos expostos podem ser justificados pelas características da pecuária praticada na região.

As análises acerca dos dados de uso e cobertura do solo permitiram observar que as áreas de pastagem representam a maior porcentagem de área ocupada no limite da bacia (65,23%) englobando áreas cobertas por gramíneas e vegetações rasteiras. Destaca-se que, o elevado percentual de áreas de pastejo verificado requer manutenção adequada e constante, pois, a ausência de métodos mitigatórios ou de conservação podem implicar em uma série de processos degradativos, tais como, aumento na susceptibilidade a assoreamento de cursos

d'água, degradação e diminuição da fertilidade do solo e compactação por pisoteio (Cordeiro et al., 2019).

Os aspectos dos dados quantitativos das áreas com solo exposto evidenciaram que essa classe equivale a 1,52% do universo de estudo, se concentrando em maioria na parte central da bacia. Partes destes solos expostos situam-se às margens do curso d'água, demonstrando a ausência de mata ciliar em determinados locais e a necessidade da recomposição vegetal. Acentua-se que tais ambientes compreendem áreas protegidas, denominadas Áreas de Preservação Ambiental (APP), previstas na Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012), e cuja principal função é a proteção dos recursos hídricos. Ademais, em concordância a Oliveira & Acorsi (2018), o cenário mais adequado para uma área de APP, considerando que se trata de uma região ripária, seria indubitavelmente que a mesma apresentasse em totalidade uma cobertura por vegetação arbórea natural, com vistas na manutenção da qualidade da água e na contenção de processos erosivos.

A bacia hidrográfica do Córrego Santa Maria possui ainda, como segunda classe predominante a vegetação nativa da mata atlântica, apresentando 33,25% de cobertura natural do solo. Índice reduzido de preservação da mata nativa, tal qual o apresentado pela bacia tende a desfavorecer a resistência do solo reduzindo o controle de erosões (Silva, 2020). Sendo assim, salienta-se a importância da preservação desses ambientes com vistas na redução de impactos direcionados principalmente aos corpos d'água.

Os resultados da caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Santa Maria se encontram apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Índices morfométricos relacionados à geometria da bacia hidrográfica do córrego Santa Maria, Conceição de Ipanema, MG.

| <b>Características geométricas</b> | <b>Valor</b>            |
|------------------------------------|-------------------------|
| Área total (A)                     | 8,6 km <sup>2</sup>     |
| Perímetro (P)                      | 13,2 km                 |
| Coefficiente de compacidade (Kc)   | 1,26                    |
| Fator de forma (F)                 | 0,5                     |
| Índice de circularidade (IC)       | 0,62                    |
| Densidade de drenagem              | 2,53 km/km <sup>2</sup> |

Fonte: Autores (2019).

A metodologia descrita por Vilella & Mattos (1975), aduz que, quanto mais irregular for a bacia, maior o coeficiente de compacidade e menor sua susceptibilidade a enchentes. Os

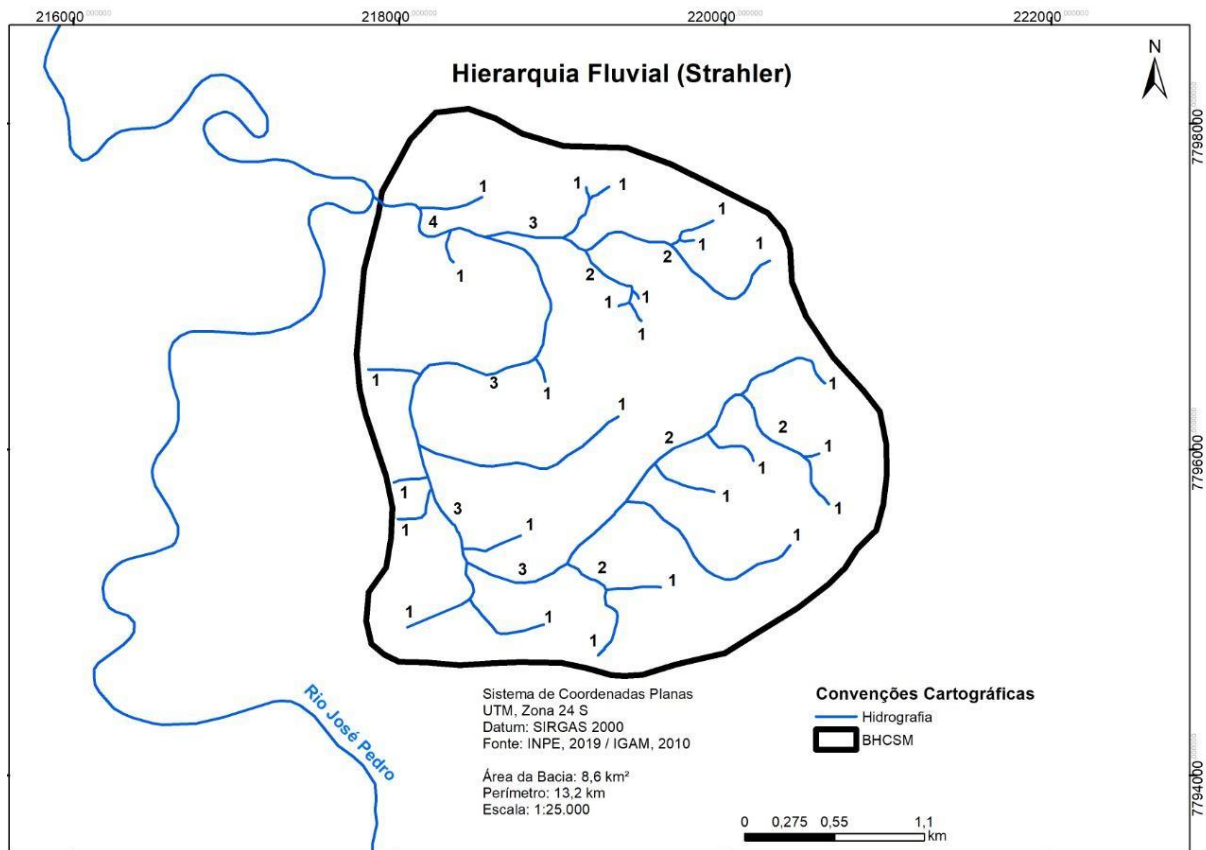
autores elucidam ainda que, sendo: Kc entre 1 – 1,25 as bacias serão consideradas redondas para ovaladas; entre 1,25 – 1,50, ovaladas; e, entre 1,50 – 1,70, oblonga. Dessa forma, dados os resultados, nota-se que o coeficiente de compacidade apresenta valor afastado da unidade (1,26), sugerindo que a bacia seja oval, possuindo tendência alongada, a qual facilita o escoamento. Além disso, seu fator de forma expõe valor baixo (0,5), corroborando com a afirmação supracitada. Tais dados reforçam ainda a afirmação de Villela e Mattos (1975), os quais elucidam que, uma bacia cujo fator de forma é baixo está menos sujeita a enchentes, do que outra com as mesmas dimensões, mas com fator de forma maior.

Resultados similares foram obtidos por Ribeiro et al. (2015), os quais realizaram a caracterização morfométrica da microbacia Água do Paredão, Jataizinho, PR. No estudo, os autores identificaram um coeficiente de compacidade de (1,36) e um fator de forma de (0,5). Os mesmos afirmaram ainda que considerando suas características, a referida bacia, em condições normais de precipitação, é pouco susceptível a enchentes, apresentando assim, menores riscos de enchentes sazonais.

A tendência para a forma alongada da bacia pode ser confirmado ainda com base no índice de circularidade que apontou valor de 0,62. Neste caso, bem como preconizam Cardoso et al. (2006), o índice tende a unidade 1,0 à medida que a bacia se aproxima da forma circular, todavia, valores inferiores referem-se ao alongamento da mesma.

Quanto ao ordenamento ou análise da hierarquia fluvial, que consiste no processo de estabelecer a classificação de determinado curso d'água no conjunto total de uma bacia hidrográfica, notou-se que o Córrego está dividido da seguinte maneira: 27 canais de 1ª ordem (nascentes), 7 de 2ª ordem, 2 de 3ª ordem e 1 de 4ª ordem. Dessa forma, conforme a classificação de Strahler, o Córrego Santa Maria é denominado como um rio de 4ª ordem (Figura 3). Rios de quarta ordem, na hierarquia de Strahler indicam que o sistema de drenagem da bacia é pouco ramificado, todavia, segundo Tonello et al. (2006), em bacias pequenas como a analisada neste trabalho, ordens inferiores ou iguais a 4 são comuns. Os autores complementam ainda que, para que um sistema de drenagem seja efetivo, maior deverá ser as suas ramificações, sendo assim, a análise da densidade de drenagem torna-se imprescindível para a correta verificação da drenagem do referido sistema, prevenindo contra a ocorrência de interpretações equivocadas.

**Figura 3** – Representação da hierarquia do sistema de drenagem da bacia hidrográfica do córrego Santa Maria.



Fonte: Autores (2019).

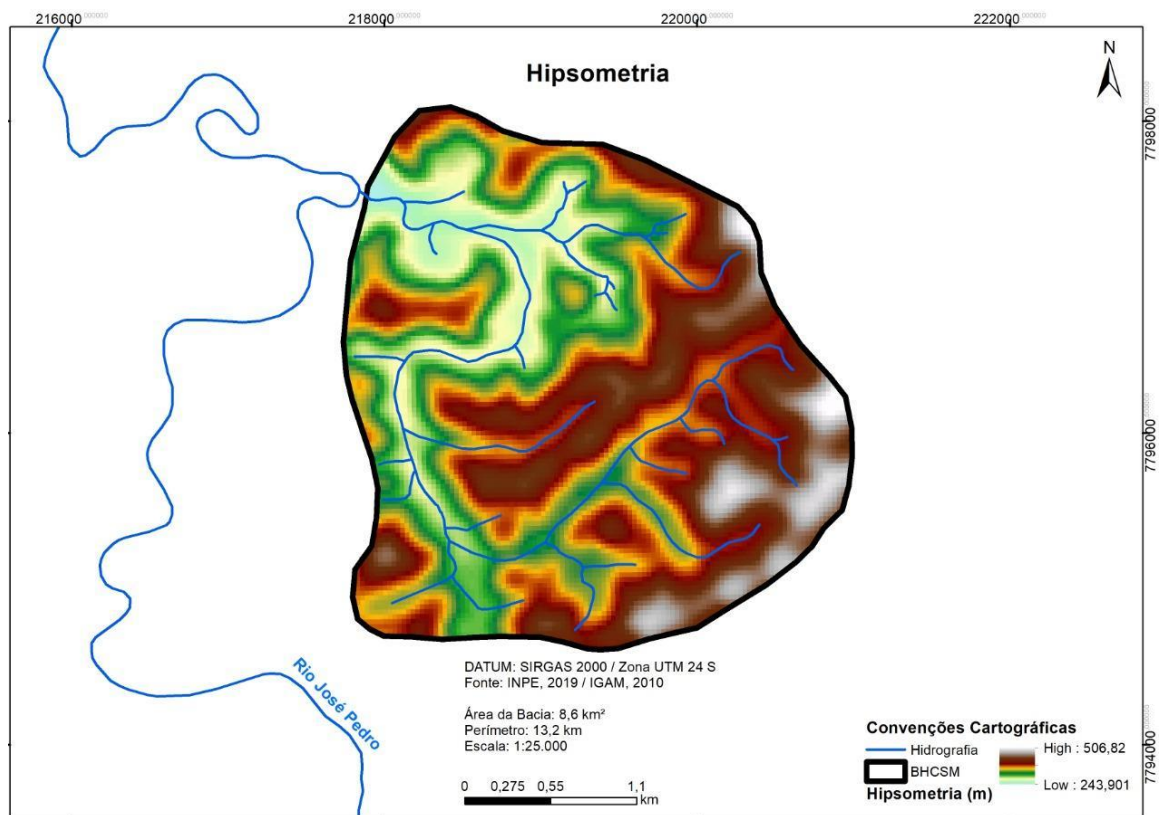
A densidade de drenagem refere-se ao comprimento total de todos os canais de escoamento de uma bacia hidrográfica, e seu conhecimento permite que o planejamento do uso e manejo do território seja feito de forma mais eficiente. Seus valores podem variar entre 0,5 km/km<sup>2</sup> a valores superiores a 3,5 km/km<sup>2</sup>, sendo que, quanto menor seu valor, mais pobre é seu sistema de drenagem (Villela & Matos, 1975). Na bacia do córrego Santa Maria a densidade de drenagem apresentou valor de 2,53 km/km<sup>2</sup>, esse resultado mostra que a bacia apresenta média capacidade de drenagem. Ressalta-se que, quanto maior a densidade de drenagem, maior a capacidade da bacia de fazer escoamentos rápidos no exutório, bem como deflúvios de estiagem baixos (Tucci, 2004).

Bem como anteriormente citado, a bacia apresenta uma grande extensão de áreas de pastagem, que por vez, podem prejudicar o solo da região. Sendo assim, têm-se a necessidade da determinação do relevo local, a fim de propiciar a tomada de decisão para um manejo adequado da bacia, visto que, tal parâmetro pode influenciar, por exemplo, no escoamento

superficial e no fluxo de água no solo. Com base nisso, buscou-se apresentar o relevo da bacia hidrográfica do córrego Santa Maria, a declividade e a altimetria.

A altimetria ou hipsometria classifica a bacia de acordo com as altitudes da área de estudo. Por sua vez, as variações de altitude estão associadas com a precipitação, evaporação e transpiração. Na Figura 4 representam-se as variações hipsométricas da bacia hidrográfica do córrego Santa Maria.

**Figura 4** – Distribuição hipsométrica de acordo com a área da bacia hidrográfica do córrego Santa Maria.



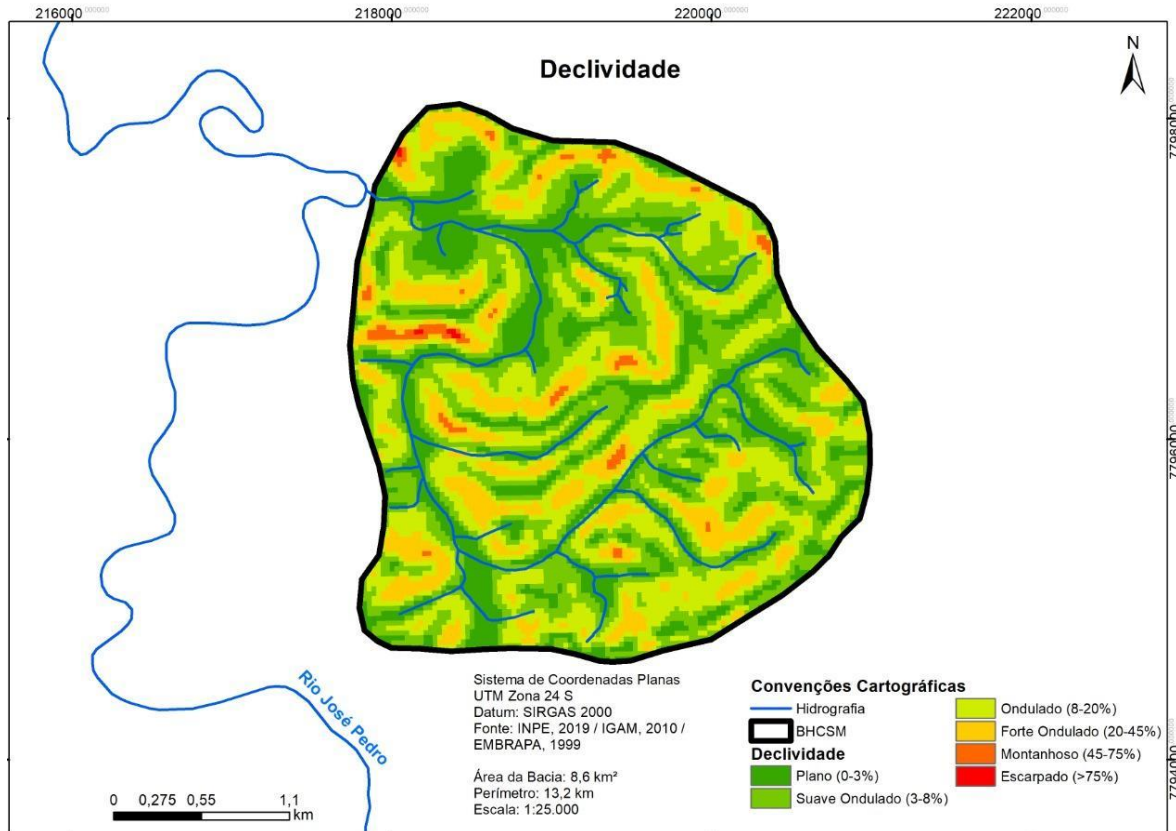
Fonte: Autores (2019).

A partir disso, é possível inferir que a altitude varia de 243 a 506 metros, todavia, grande parte da bacia apresenta altitudes superiores a 400 metros. Segundo Castro (2001), a elevação da altitude determina consequentemente, quedas na temperatura, neste caso, a quantidade de energia utilizada na evaporação da água também é reduzida, por outro lado, em altitudes baixas, a maior parte da energia absorvida é utilizada na evaporação da água.

Para a determinação da declividade, extraíram-se as informações da altimetria, através da ferramenta *Slope*, a qual, de acordo com Antonio & Lima (2017), tendo como produto uma

camada matricial executa os cálculos. A Figura 5 mostra a representação da declividade do córrego Santa Maria.

**Figura 5** – Declividade da bacia do córrego Santa Maria.



Fonte: Autores (2019).

Na bacia em estudo, verificou-se predominância das classes de relevo muito baixa, com valores de até 52% da área total da bacia. Segundo Silva et al. (2018) e Miotto et al. (2017), áreas que apresentam declividade baixa e muito baixa possuem também baixa probabilidade a erosão, além disso, tais características se mostram favoráveis também a práticas agrícolas como agricultura, pastagens, culturas anuais, dentre outros, necessitando de práticas simples de manejo.

#### 4. Considerações Finais

A partir do estudo realizado na bacia do Córrego Santa Maria, Conceição de Ipanema-MG, pode-se concluir que em descrição à caracterização morfométrica, esta bacia é considerada alongada, baseado no índice de circularidade, fator de forma e coeficiente de compacidade, formato este que tende a facilitar o escoamento de água.

A declividade da bacia permite saber que o relevo é predominantemente de baixa inclinação, configurando a baixa suscetibilidade a enchentes do local, tal fato se confirma ainda devido ao baixo valor apresentado pelo fator de forma que por vez não chegou a ultrapassar a unidade. A densidade de drenagem exerce grande influência sobre o escoamento superficial, o processo de erosão e inundação. Quanto à bacia estudada, verificou-se que a densidade de drenagem é média, todavia, sua extensão de escoamento superficial é elevada, podendo resultar em um escoamento lento das águas superficiais.

As características do uso e cobertura do solo do córrego Santa Maria em 2019 evidenciam que 65,23% da sua extensão referem-se a áreas de pastagem, 33,25% correspondem à vegetação nativa e apenas 1,52% são locais que apresentam seu solo exposto.

Foi possível detectar regiões que merecem maior atenção no direcionamento de ações mais sustentáveis no plano de manejo desta bacia e regiões que devem ser conservadas a fim de minimizar os impactos nos recursos hídricos tanto em qualidade (com a retenção de sedimentos) quanto em quantidade (intensificando a taxa de infiltração e tempo de detenção da água na bacia com a conservação dos locais de maiores altitudes e declividade).

Como exemplo de locais que carecem de atenção é possível citar as zonas ripárias. Na bacia observou-se que tais áreas estão em desacordo ao que é exigido por lei, implicando a essencialidade do desenvolvimento de manutenção e conservação de tais ambientes. Por fim, é importante pontuar também, a necessidade do desenvolvimento de técnicas de manejo e conservação da mata nativa, assim como a adequação dos usos do solo e a recuperação das áreas degradadas.

Por fim, como proposta para trabalhos futuros, sugere-se um estudo mais aprofundado que compreenda a realização de análises *in loco*, de modo a verificar os dados referentes à caracterização morfométrica e carta de uso e ocupação do solo aqui expostos. Tal proposição implicaria ainda na aquisição de informações complementares que subsidiariam a implantação de estratégias de mitigação e preservação da bacia.

### **Agradecimentos**

As autoras agradecem à Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos - Prof.Água, projeto CAPES/ANA.



## Referências

Alves, W. D., Martins, P. A., Scopel, I., & Pereira, M. A. N. (2019). Análise morfométrica da bacia do ribeirão da laje, no Sudoeste de Goiás, Brasil. *Geografia Ensino & Pesquisa*, e32. ISSN 2236-4994. Recuperado de <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/31129>.

Antonio, G. M., & Lima, A. H. S. (2017). Ferramenta de modelagem aplicada a geração de camadas matriciais de declividade. *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*. Seção Geotecnologias e Modelagem Espacial em Geografia Física. Recuperado de <http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2291>

Brasil. (2012). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2012.

Calil, Pérola M., Oliveira, Luiz F. C., Kliemann, Huberto J. & Oliveira, Virlei A. de (2012). Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(4), 433-442. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000400014>.

Campos, S., Uzó, M., Campos, M., Pissarra, T. C. T. & Rodrigues, B. T. (2015). Caracterização morfométrica da microbacia do rio Bauru/SP obtida por técnicas de geoprocessamento. *Rev. De Geografia e Interdisciplinaridade*, 1(3), 222-234.

Cardoso, C. A., Dias, H. C. T., Soares, C. P. B. & Martins, S. V. (2006). Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. *Revista Árvore*, 30(2), 241-248.

Carvalho, D. F. C. & Silva, L. D. B. (2006). *Apostila de hidrologia*. Recuperado de <http://www.ufrjr.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap3-BH.pdf>.

Castro, E. J. (2001). O papel da fauna endopedônica na estruturação física dos solos e o seu significado para a hidrologia de superfície. *Dissertação (Mestrado em Geografia)*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Cordeiro, T. S., Abreu, H. A. de, Silva, P. R. da, Muller, R. F. M., Alvarenga, D. F., Portilho, D. B., Cordeiro, J., & Cordeiro, J. L. (2019). Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Candidópolis, Itabira (MG). *Research, Society and Development*, 8(1), e1581529. Recuperado de <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i1.529>

Cordero, A. (2013). Apostila de hidrologia. Curso de Engenharia Civil. Universidade regional de Blumenau, SC.

Doriguel, F.; Campos, S. & Júnior, O. D. (2015). Caracterização Morfométrica da Microbacia do Córrego Maria Pires, Santa Maria da Serra, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Energia na Agricultura*, 30(4).

Faria, M. M., Barros, K. & Brito, C. R. (2018). Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio dos Bagres, Guiricema, MG. Recuperado de <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/7/0246.pdf>.

Franco, A. C. V., & Santo, M. A. D. (2015). Contribuição da morfometria para o estudo das inundações na sub-bacia do Rio Luís Alves/SC. *Revista Mercator*, Fortaleza, 14(3), 151-167.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2013). Manuais Técnicos em geociências: Manual Técnico de uso da Terra. (3a ed.), Rio de Janeiro.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/conceicao-de-ipanema>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020). Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/conceicao-de-ipanema/panorama>.

Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. (1997). Política Nacional de Recursos Hídricos. *Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Brasília.

Mioto, C. L.; Oliveira, R. V.; Queiroz, S. D. M.; Pereira, T. V.; Anache, J. A. A. & Paranhos, F. A. C. (2017). Morfometria de bacias hidrográficas através de SIGs livres e gratuitos. *Anuário do Instituto de Geociências*, 37(2), 16-22. Recuperado de <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/5996/>.

Oliveira, D. H. R., Acorsi, M. G., & Smaniotto, D. A. (2018). Uso e ocupação do solo e caracterização morfométrica de microbacia na região centro-sul paranaense. *Águas Subterrâneas*. 32. 10.14295/ras.v32i2.29114. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/326005758\\_Uso\\_e\\_ocupacao\\_do\\_solo\\_e\\_caracterizacao\\_morfometrica\\_de\\_microbacia\\_na\\_regiao\\_centro-sul\\_paranaense](https://www.researchgate.net/publication/326005758_Uso_e_ocupacao_do_solo_e_caracterizacao_morfometrica_de_microbacia_na_regiao_centro-sul_paranaense)

Oliveira, P. T. S., Sobrinho, T. A., Steffen, J. L., & Rodrigues, D. B. B. (2010). Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. *Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola*. vol.14 n.8, Campina Grande.

Ribeiro, F. L., Campos, S., Santos, W. R. P., Rodrigues, B. T., Gomes, L. N., & Nardini, R. C. (2015). Caracterização morfométrica da microbacia Água do Paredão Jataizinho, PR. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2015, João Pessoa. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. João Pessoa. Recuperado de <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0689.pdf>

Santos, A. R. (2001). Caracterização Morfológica, hidrológica e ambiental da bacia hidrográfica do Rio Turvo Sujo, micro região de Viçosa, MG. *Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)*. Universidade Federal de Viçosa.

Schumm, S. A. (1956). Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geological Society of America Bulletin*, 67, 597-646.

Silva, A. B.; Brites, R. S. & Sousa, A. R. (1999). Caracterização do meio físico da microbacia quatro bocas, em Angelim, PE, e sua quantificação por sistema de informação geográfica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34, 109-117.

Silva, G. C., Almeida, F. P., Almeida, R. T., Mesquita, M. & Junior, J. A. (2018). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do riacho Rangel-Piauí, Brasil. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 15(28).

Silva, P. O. de (2020). Avaliação da efetividade dos projetos de recuperação de mata ciliar contra a atuação das ondas nos processos erosivos das margens do reservatório Volta Grande (MG/SP).191 f. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020. Recuperado de <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/12296>

Sousa, F. R.C. & Paula, D. P. (2016). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tapuio (Ceará-Brasil). *Revista de Geociências do Nordeste*, v.2, número especial.

Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. New Halen: Transactions: American Geophysical Union, 1957. 38, 913-920.

Tonello, K. C., Dias, H. C. T., Souza, A. L. de; Ribeiro, C. A. A. S., & Leite, F. P.. (2006). Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões - MG. *Revista Árvore*, 30 (5), 849-857. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019>

Tucci, C. E. M. (2004). Hidrologia: ciência e aplicação. (3a ed.), Porto Alegre: ABRH, 2004. 943 p.

USGS. United States Geological Survey. (2019). Recuperado de <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Villela, S. M., & Matos, A. (1975). Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 245p.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Bárbara Carolina Reis – 40%

Dimária Aparecida Fernandes Dias – 40%

Eliane Maria Vieira – 20%