

Caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do Rio Bananeiras no município de Conselheiro Lafaiete - MG

Hydrogeomorphometric characterization of the Bananeiras River microbasin in the municipality of Conselheiro Lafaiete in Minas Gerais Brazil

Caracterización hidrogeomorfológica de la cuenca del Río Bananeiras en el municipio de Conselheiro Lafaiete - MG

Recebido: 04/11/2021 | Revisado: 12/11/2021 | Aceito: 22/11/2021 | Publicado: 02/12/2021

Emmanuel Kennedy da Costa Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7598-0240>
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
E-mail: emmanuel.teixeira@ufsj.edu.br

Regina Lopes Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5759-7010>
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
E-mail: reginalopes96@hotmail.com

Camila Velho Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7580-8747>
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil
E-mail: velholima@gmail.com

Resumo

A análise das características hidrogeomorfológicas é de extrema importância para o entendimento e compreensão do comportamento de uma bacia hidrográfica, sendo possível obter informações sobre o seu desempenho em situações de cheias e permitindo melhor gerenciamento dos impactos que podem advir do acontecimento de chuvas. Assim, esse trabalho visou caracterizar hidrogeomorfológicamente a microbacia do Rio Bananeiras, no município do Conselheiro Lafaiete – MG. Uma maneira de obter os parâmetros para esta caracterização é a partir de softwares que utilizam modelos digitais de elevação para gerar respostas em níveis geométricos, topográficos e hidrográficos de uma determinada região. Desta forma, o presente trabalho adotou o uso do QGIS para o processamento de imagens obtidas por meio do radar Alos Pausar e com o auxílio das ferramentas SAGA e GRASS foi realizado o melhoramento do modelo digital e extração das informações necessárias. Posteriormente, com o uso dos fundamentos teóricos, realizou-se a análise de suas características na tentativa de justificar os problemas de inundações que surgem na cidade de Conselheiro Lafaiete, no estado de Minas Gerais, devido ao rio Bananeiras que atravessa a sua área urbana. Entretanto, os resultados apresentaram que a microbacia desse rio possui características que diminuem a probabilidade de ocorrência de inundações devido ao seu formato alongado e boa drenagem.

Palavras-chave: Geoprocessamento; QGIS; Inundações.

Abstract

The hydrogeomorphometric analysis is extremely important to understand the behavior of a hydrographic basin, making it possible to collect information about its performance in flood situations and allowing better management of the impacts resulting from rainfall. One way to obtain the parameters for this characterization is through software that simulates the responses of the system at geometric, topographic, and hydrographic levels based on an elevation model of the given region. Thus, we employed QGIS to process images obtained through the Alos Pausar radar, then refined the digital model and extracted the meaningful data with the help of the SAGA and GRASS tools. Subsequently, based on our theoretical framework, we analyzed the characteristics of the microbasin to find the cause of the flooding problems that afflict the city of Conselheiro Lafaiete, in the state of Minas Gerais, due to the overflow of Bananeiras river that crosses through the urban area of the city. However, the results showed that the microbasin of the river has characteristics that reduce the probability of flooding due to its elongated shape and good drainage.

Keywords: Geoprocessing; QGIS; Flood.

Resumen

El análisis de las características hidrogeomorfológicas es de suma importancia para la comprensión y comprensión del comportamiento de una cuenca hidrográfica, permitiendo obtener información sobre su desempeño en situaciones de inundación y permitiendo una mejor gestión de los impactos que pueden resultar de un evento de lluvia. Una forma

de obtener los parámetros para esta caracterización es a partir de un software que utiliza modelos digitales de elevación para generar respuestas a niveles geométricos, topográficos e hidrográficos de una región determinada. Así, el presente trabajo adoptó el uso de QGIS para el procesamiento de imágenes obtenidas a través del radar Alos Pausar y con la ayuda de las herramientas SAGA y GRASS se llevó a cabo la mejora del modelo digital y extracción de la información necesaria. Posteriormente, con fundamentos teóricos, se realizó un análisis de sus características en un intento de justificar los problemas de inundaciones que surgen en la ciudad de Conselheiro Lafaiete, en el estado de Minas Gerais, debido al río Bananeiras que atraviesa su casco urbano. Sin embargo, los resultados mostraron que la microcuenca de este río tiene características que reducen la probabilidad de inundaciones debido a su forma alargada y buen drenaje.

Palabras clave: Geoprocесamiento; QGIS; Inundaciones.

1. Introdução

Sendo formada por um conjunto de superfícies e uma rede de drenagem, as bacias hidrográficas são áreas geográficas coletoras de água que escoam, formando um rio principal e seus afluentes, e convergem até um ponto de saída, o exutório (Tucci, 2007). Por apresentar uma visão completa do ambiente - solo, água e vegetação, Aparecido *et al.* (2016) asseguraram que a realização de seu estudo é essencial para que se conheça e entenda sobre a dinâmica da água. Carelli e Lopes (2011) apresentam que o conhecimento da bacia hidrográfica propicia melhor planejamento para intervenções que possam ser realizadas. Lima *et al.* (2016) destacaram que a rede de drenagem é um eficiente indicador quando se trata das intervenções no meio hídrico. Além disso, por promover uma visão sistêmica, sua gestão territorial traz a integração entre diferentes sistemas de planejamento e gerenciamento como um importante benefício para sua elaboração.

As bacias hidrográficas estão diretamente ligadas aos recursos hídricos e a possíveis danos hidrológicos que podem ocorrer em uma determinada região. Desta forma, segundo Santos *et al.* (2015), para evitar problemas relacionados a isso, é de suma importância realizar o gerenciamento de uma bacia através da análise das características hidrogeomorfológicas. Assim, é possível conhecer o comportamento do ciclo hidrológico naquele local, entendendo então os processos de infiltração, escoamento e evapotranspiração. Dessa forma, é possível elaborar estratégias e um planejamento que considerem a fragilidade da ocorrência de inundações, enchentes e densidade de drenagem, por exemplo, para a conservação e utilização dos recursos naturais (Tonello, 2005).

Na literatura, alguns estudos foram realizados objetivando a caracterização de bacias hidrográficas. Silva *et al.* (2020) apresentaram a importância da caracterização para a bacia hidrográfica do igarapé Capitão Poço e afirmaram que esta possui baixa susceptibilidade à inundação, devido as relações de fator de forma e índice de circularidade encontrados. Um estudo da bacia do Rio Curuçá, no estado do Pará, foi realizado por Parente *et al.* (2020). Os autores concluíram que os parâmetros da região analisada levam a pequenas possibilidades de ocorrência de enchentes.

Duas importantes bacias presentes no Brasil são a do Rio São Francisco e a do Rio Doce. A primeira corresponde a 8% do território brasileiro e tem seu rio principal como um dos mais importantes cursos d'água do país por ser fonte de abastecimento de diversas cidades brasileiras e gerador de energia por meio de hidrelétricas. Já a segunda apresenta cerca de 86% de sua área no estado de Minas Gerais e também é base de suprimento de energia elétrica e fornece água para o uso doméstico, agropecuário e industrial, sendo fonte para o maior complexo siderúrgico da América Latina. Entre essas duas bacias se encontra a microbacia do Rio Bananeiras, a qual se situa na cidade de Conselheiro Lafaiete - MG e é a principal abastecedora de água do local. Entretanto, este rio também provoca danos ao município, visto que em períodos de chuvas fortes ocorre a elevação do seu nível de água, o que gera inundações e enchentes nos arredores, provocando prejuízos socioeconômicos. Como os parâmetros morfológicos de uma bacia podem auxiliar no gerenciamento de uso e ocupação do solo em áreas consideradas de risco (Tucci, 2007), uma forma de trabalhar para minimizar esse impacto é realizando uma análise das características hidrogeomorfológicas dessa microbacia para que seja possível organizar um melhor gerenciamento

e planejamento das ações que podem ocorrer na região em virtude do comportamento hidrológico e das propriedades geométricas.

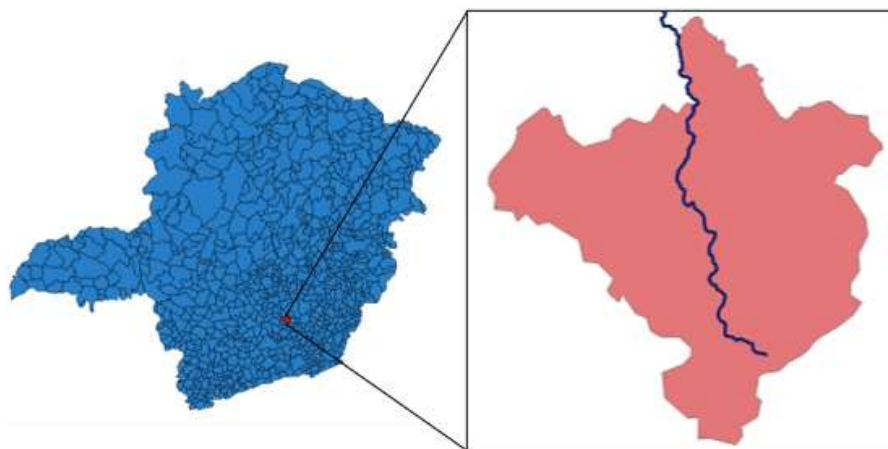
Diante do exposto, sabendo da importância das características de uma bacia hidrográfica e dos problemas de alagamentos que ocorrem na cidade de Conselheiro Lafaiete, o presente trabalho visou caracterizar hidrogeomorfometricamente a microbacia do Rio Bananeiras e observar a sua relação com os alagamentos ocorridos no município.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A cidade de Conselheiro Lafaiete está localizada na região central de Minas Gerais e a aproximadamente 96 km de Belo Horizonte. A sua população estimada é de 129.606 habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Apresenta um relevo que possui partes planas, onduladas e montanhosas; e a média do seu índice pluviométrico é de 967 mm anualmente. Atravessando seus limites geográficos está o Rio Bananeiras, como exposto na Figura 1, com extensão de 57,42 km situada entre o distrito de Buarque de Macedo e o distrito de Caetano Lopes, em Jeceaba. Neste trabalho, para a definição do ponto de exutório e posterior delimitação da microbacia, considerou-se uma das regiões afetadas pelas chuvas, a qual é a área urbana do município.

Figura 1 - Localização do Rio Bananeiras na cidade de Conselheiro Lafaiete – MG.



Fonte: Autores.

2.2 Método para caracterização da bacia

A microbacia hidrográfica do Rio Bananeiras foi delimitada utilizando o *software* QGIS 3.8.3 with Grass, pois segundo Lacerda *et al.* (2019), as delimitações automáticas apresentam melhores resultados quando comparadas aos métodos manuais, mesmo estes utilizando materiais de apoio ou *softwares*. Inicialmente, foi selecionada uma imagem com dados altimétricos (MDE), obtida através do *radar Alos Pausar* e disponibilizada pelo site *ASF Data Search*. Ao adicionar a imagem e o vetor do município em estudo, foi realizado um recorte acessando a opção *Raster* no menu de ferramentas, onde apresenta opções de extrair e recortar a imagem para a extensão desejada e para a delimitação da bacia. Para a melhor utilização da imagem foram necessárias algumas correções:

- i) Remoção de pixels negativos, através da ferramenta *Raster calculator* (pelo SAGA), com a equação *ifelse* ($a < 0,1$, a);
- ii) Remoção de pixels vazios para diminuição de ruídos, através da ferramenta *Raster > Análise > Preencher sem*

dados;

iii) Remoção de depressões, através da ferramenta *Fill Sinks* (wang & liu) (SAGA).

Para a geração da microbacia foi utilizado o *Geographic Resources Analysis Support System* (GRASS). Este é um *software* livre e de código aberto liberado sob os termos da *General Public License* (GNU), programado para utilização no gerenciamento de dados raster geoespacial, geoprocessamento, modelagem espacial e visualização. Ele apresenta a ferramenta *r.watershed*, onde a partir desta pode-se obter a rede de drenagem (*Stream Segments*) e a direção da drenagem (*Drainage Direction*).

A fim de realizar a delimitação da microbacia, utilizou-se o *r.water.outlet*, com o raster de entrada *Stream segments* e selecionando o ponto do exutório desejado, com o intuito de determinar o final da bacia. Para se trabalhar com a tabela de atributos e extrair os dados como área, perímetro e comprimento foi necessário converter o arquivo raster para vetor. A conversão foi feita na aba Raster, seguida da opção Converter e Raster para vetor. Já para a conversão do *raster Stream segments*, utilizou-se a ferramenta *r.to.vect*, salvando o tipo de feição como linha. Por último, foi feita uma suavização das linhas da rede de drenagem para ficar algo mais real, utilizando a ferramenta *v.generalize*.

Pela tabela de atributos e a calculadora de campo do vetor da microbacia, identificou-se os valores para a área, perímetro e comprimento axial. Com o vetor da rede de drenagem, obteve-se o comprimento do rio principal (Rio Bananeiras) e também o somatório dos comprimentos de todos os cursos d'água.

Com a finalidade de gerar o mapa de declividade foi necessário utilizar a aba Raster, seguida da opção Análise e MDE, selecionando o modelo de declividade em porcentagem. Em seguida, foi realizada a reclassificação do raster pela divisão da declividade em classes, seguindo o modelo proposto pela Embrapa (2004). A média da declividade foi obtida através da ferramenta *Estatísticas zonais*, utilizando o arquivo de camada raster do mapa de declividade e o vetor da microbacia gerada. As altitudes mínima, média e máxima também foram obtidas da mesma forma, mas utilizando o arquivo raster do MDE corrigido.

2.3 Delimitação da área e do perímetro da microbacia

Pode-se definir a área de uma bacia hidrográfica como toda a seção espacial delimitada por divisores topográficos e projetada em um plano horizontal, da qual provém o deflúvio superficial da bacia (Villela & Mattos, 1975). O perímetro é determinado pelo comprimento dessa linha imaginária. Estas características foram determinadas utilizando-se o *software* QGIS 3.8.3.

2.4 Determinação do comprimento do curso d'água principal

O comprimento do canal principal é dado pela distância entre a nascente e o ponto de saída. Este comprimento foi obtido por meio do *software* QGIS 3.8.3.

2.5 Determinação do fator de forma da microbacia

Santos *et al.* (2021) relacionaram o fator de forma (K_f) com a tendência de ocorrer enchentes, sendo menores as chances de acontecer, quando o seu resultado for menor que 0,50. Este parâmetro foi obtido por meio da Equação 1.

Em que:

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

K_f é o fator de forma, adimensional;

A é a área da bacia, em km²;

L é o comprimento axial da bacia, em km.

2.6 Determinação do coeficiente de compacidade da microbacia

O coeficiente de compacidade (K_c) é um indicativo da susceptibilidade da ocorrência de inundações nas partes inferiores da bacia. Quanto mais próximo de 1 for o seu valor, mais suscetível a inundações está a bacia. Seu resultado foi calculado por meio da Equação 2, a qual apresenta a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro do círculo de igual área, sendo convertido para a relação com a área da bacia (Souza *et al.*, 2017).

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

Em que:

K_c é o coeficiente de compacidade, adimensional;

A é a área da bacia, em km²;

P é o perímetro da bacia, em km.

2.7 Determinação do índice de circularidade da microbacia

O índice de circularidade é um indicativo para a forma circular, ou não, de uma bacia e foi obtido por meio da Equação 3. Quando os índices são maiores que 0,51 é mais comum a ocorrência de inundações, pois geralmente as bacias são de caráter circular; em contrapartida, índices menores que 0,51 estão relacionados com o maior escoamento de água, devido ao alongamento das bacias (Leite & Rocha, 2016).

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

Em que:

I_c é o índice de circularidade, adimensional;

A é a área da bacia, em km²;

P é o perímetro da bacia, em km.

2.8 Densidade de drenagem

A densidade de drenagem determina a eficiência de drenagem de uma bacia hidrográfica, sendo um bom indicativo do grau de desenvolvimento do sistema. Ela apresenta valores entre 0,5 km.km⁻² e 3,5 km.km⁻², sendo os maiores resultados apresentados para os casos onde a drenagem ocorre melhor (Villela & Mattos, 1975). A Equação 4 apresenta o modo de cálculo desse parâmetro e relaciona o comprimento total dos canais e a área da bacia.

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

Em que:

D_d é a densidade de drenagem, em km.km⁻²;

L_t é a soma do comprimento de todos os canais, em km;

A é a área da bacia, em km².

2.9 Tempo de concentração

Contado a partir do início da precipitação, o tempo de concentração é o período no qual toda a bacia contribui para a

vazão na seção de saída, ou seja, o tempo que leva para uma partícula percorrer do ponto mais extremo da bacia até o exutório. Sendo assim, quanto maior esse valor, menos intensa será a inundação (Zanata *et al.*, 2011). Apresenta-se na Equação 5 o método de Temez para o cálculo desse parâmetro. Segundo Araújo *et al.* (2011), esse método é muito utilizado para bacias naturais de até 3000 km².

$$t_c = 0,3 \left(\frac{L_R}{I^{0,25}} \right)^{0,76} \quad (5)$$

Em que:

t_c é o tempo de concentração, em h;

L_R é o comprimento do curso d'água principal, em km;

I é a declividade média da linha de água principal da bacia, em m/m.

2.10 Declividade

Sendo a variação de cotas entre o ponto mais alto e mais baixo do terreno em relação à distância que os separa, a declividade é um fator que interfere na velocidade de escoamento superficial da água em uma bacia. Conseqüentemente, influencia no tempo em que se leva para uma partícula ir do ponto mais distante da bacia até o exutório e na magnitude dos picos de enchente (Villela & Mattos, 1975).

EMBRAPA (2004) relacionou a declividade com o tipo de relevo (Tabela 1) e por meio do *software* QGis se gerou a carta de declividade, a qual foi utilizada para a área de estudo deste trabalho.

Tabela 1 – Classes de declividade.

Declividade (%)	Descrição
0 – 3	Plano
3 – 8	Suave Ondulado
8 – 20	Ondulado
20 – 45	Forte Ondulado
45 – 75	Montanhoso
>75	Escarpado

Fonte: EMBRAPA (2004).

3. Resultados e Discussão

As características hidrogeomorfológicas da microbacia do Rio Bananeiras estão apresentadas na Tabela 2. De acordo com os resultados, pode se definir tal microbacia com a forma alongada, apresentando, portanto, pouca suscetibilidade às inundações. Mello e Silva (2013) definiram que resultados menores que 0,5 para o fator de forma são encontrados para bacias alongadas que apresentam uma menor probabilidade de terem toda sua extensão coberta por água em seus períodos de chuva, diminuindo as chances de inundação.

Tabela 2 – Caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do Rio Bananeiras.

Índice	Resultados
Área da microbacia (km ²)	94,58
Perímetro (km)	101,15
Comprimento do rio principal (km)	20,00
Declividade média do rio principal (m/m)	0,0061
Comprimento de todos os cursos d'água (km)	224,15
Comprimento axial da microbacia (km)	27,55
Altitude máxima (m)	1171,0
Altitude média (m)	1006,0
Altitude mínima (m)	897,9
Fator de forma – K _f	0,12
Coefficiente de compactidade – K _c	2,9
Índice de circularidade - I _c	0,12
Densidade de drenagem – Dd (km.km ⁻²)	2,37
Tempo de concentração – t _c (h)	7,7
Declividade média da microbacia (%)	16,86

Fonte: Autores.

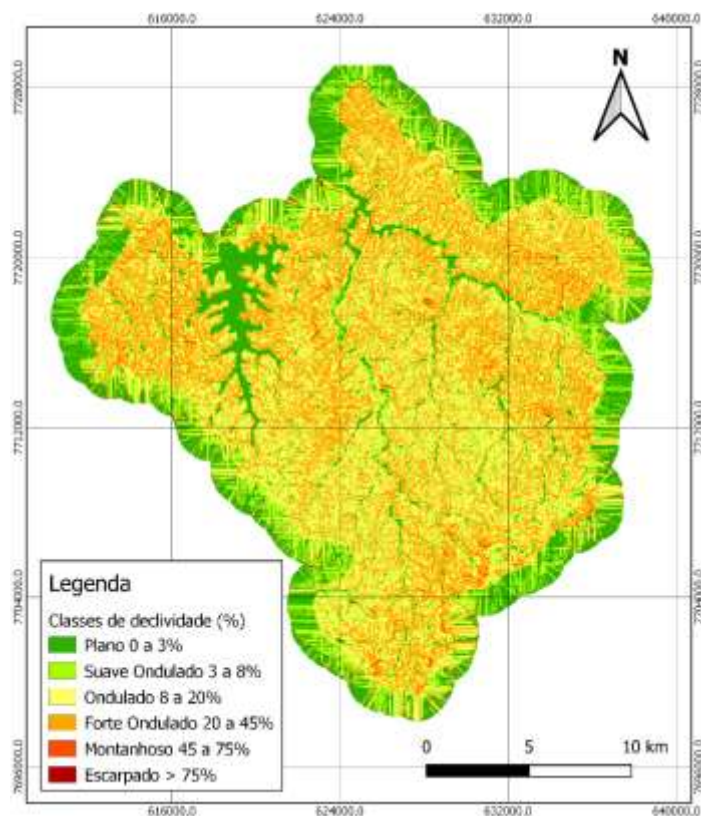
Os valores de altitude da microbacia variam de 897,9 a 1171,0 m, apresentando uma média de 1006,0 m (Tabela 2). Segundo Santos *et al.* (2021), a altitude pode influenciar significativamente na temperatura, precipitação e evaporação do local, sendo definidos como aptos ou não para o cultivo de determinadas espécies de interesses econômicos.

A declividade média foi de 16,86%, com predominância de classe de relevo fortemente ondulado (20-45%) e ondulado (8-20%), como mostra a Figura 2. A declividade de uma bacia ou microbacia interfere significativamente no tempo de escoamento superficial e a infiltração da água no solo. Portanto, quanto maior a declividade maior também será a concentração de água da chuva, a qual influencia diretamente na ocorrência de inundações (Souza *et al.*, 2017). De acordo com a Tabela 2, pode-se observar que esse índice se encontra em baixas concentrações, descartando assim grandes possibilidades de enchentes.

A rede de drenagem presente no município de Conselheiro Lafaiete - MG pode ser visualizada na Figura 3. Os traços azuis representam todas as redes de drenagem presente na cidade e a região delimitada pela cor rosa representa a microbacia do Rio Bananeiras, a qual pode ser mais bem visualizada pela Figura 4.

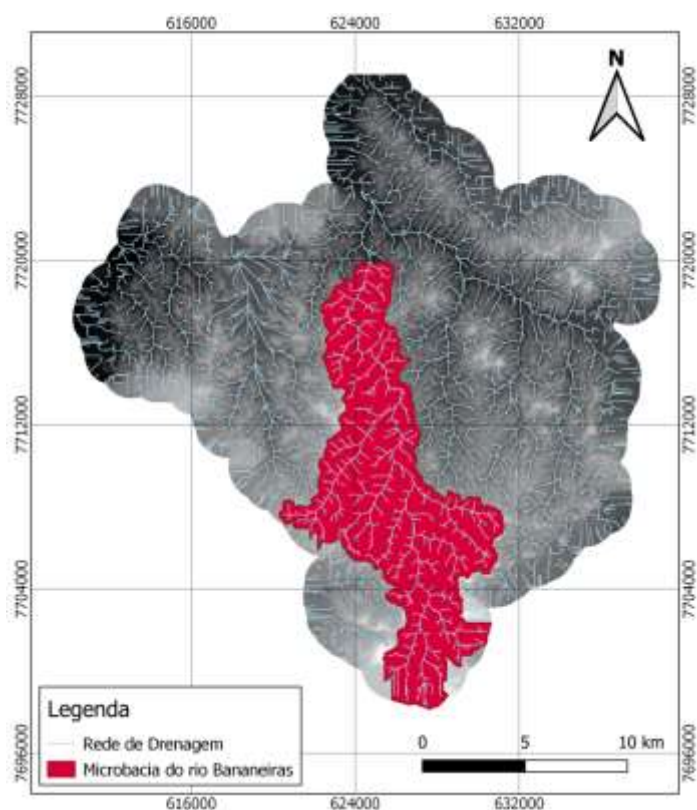
Na Figura 4 o traçado amarelo representa o Rio Bananeiras, com 20 km de extensão. Os azuis representam toda a rede de drenagem da microbacia, totalizando 224,15 km de extensão e com uma densidade de drenagem de 2,37 km.km⁻². A densidade de drenagem denota a tendência de escoamento superficial da bacia e a consequente erodibilidade dos materiais localizados na superfície terrestre. Assim, localidades com altas densidades apresentam pouca infiltração, mais escoamento e maior erosão dos materiais (Costa *et al.*, 2019).

Figura 2 - Mapa de declividade da microbacia do Rio Bananeiras em Conselheiro Lafaiete.



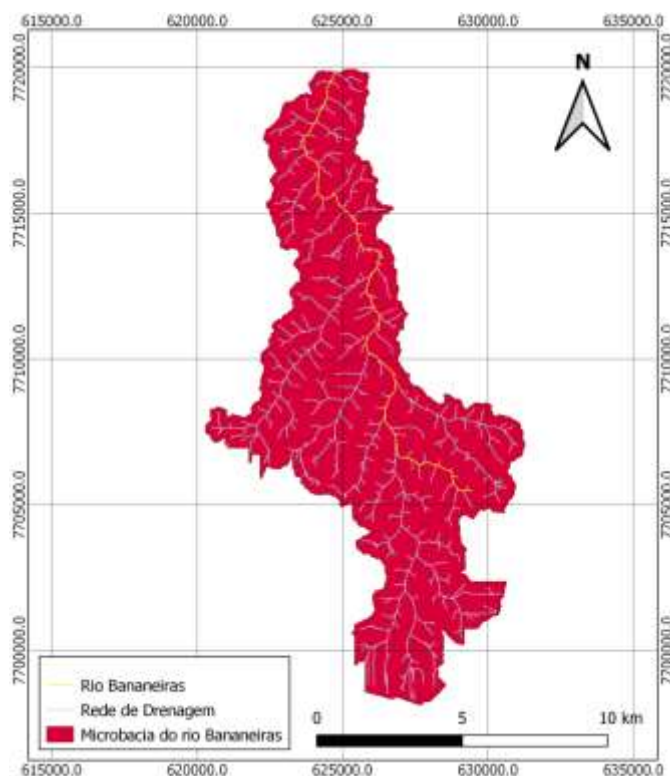
Fonte: Autores.

Figura 3 - Rede de drenagem para a cidade de Conselheiro Lafaiete.



Fonte: Autores.

Figura 4 - Rede de drenagem para a microbacia do Rio Bananeiras.



Fonte: Autores.

Analisando a Tabela 2, observa-se um valor elevado da densidade quando comparado ao estipulado por Vilella e Mattos (1975). Portanto a região pode ser considerada de baixa infiltração devido à alta velocidade de escoamento.

Mamédio *et al.* (2018) afirmaram que o tempo de concentração é o tempo útil para o escoamento superficial de toda uma bacia ou microbacia. Esse tempo é dependente de diversos fatores como a chuva, condições de cobertura do solo, declividade, formas da microbacia, condições do solo, dentre vários outros. No presente estudo, o tempo de concentração encontrado foi igual a 7,7 h. O valor para o tempo de concentração, quando comparado ao obtido por Pacheco *et al.* (2020), “ t_c ” igual a 2,18h, mostrou a coerência do que foi constatado, visto que a declividade apresentou um relevo em sua maioria suavemente ondulado e menor tempo de concentração.

Ao analisar todos os parâmetros em conjunto foi possível afirmar, através da caracterização da microbacia, que ela por si só não leva a grandes probabilidades de inundações na região. Porém, esses eventos podem ocorrer devido a grande urbanização presente ao longo do curso d’água. Tucci e Bertoni (2003) mencionam os impactos gerados pela urbanização, tais como aumento das vazões máximas, alta produção de sedimentos, degradação da qualidade da água superficial e subterrânea. Outro fator é devido a forma de como a infraestrutura é implantada, tais como as pontes que obstruem e reduzem a seção do escoamento, deposição dos canais por lixos e sedimentos, e projetos e obras de drenagem inadequadas.

4. Conclusão

A caracterização hidrogeomorfológica se apresenta como importante meio para a análise de uma bacia hidrográfica e conhecimento sobre os impactos hidrológicos em uma determinada região. A partir dos resultados obtidos, tem-se que, apesar da área estudada apresentar grandes ocorrências de inundações e enchentes, sua causa pouco tem a ver com as características da microbacia que a engloba.

As características geométricas e hidrográficas da bacia do Rio Bananeiras revelam que ela é pouco propensa a

ocorrência de inundações, visto que os resultados apresentaram boa drenagem da área. Já as características topográficas são um bom parâmetro para justificar o valor mediano encontrado para o tempo de concentração, que também apresenta poucas chances de que ocorra tal fenômeno na área.

Para que se tenha um melhor entendimento do que ocorre na região, sugere-se que sejam realizados outros estudos que abordem especificamente fatores como erosão, poluição dos rios e o sistema de coleta de drenagem urbana que também podem influenciar e, assim, tentar justificar os alagamentos e inundações.

Referências

- Aparecido, C. F. F., Vanzela, L. S., Vazquez, G. H. & Lima, R. C. (2016). Manejo de bacias hidrográficas e sua influência sobre os recursos hídricos. *Irriga, Botucatu*, 21(2), 239-256.
- Araújo, B. A. M., Silveira, C. S., Souza, J. L., Junior, J. V. F. M., Almeida F. A. F. & Studart, T. M. C. (2011). Análise do tempo de concentração em função das características fisiográficas em bacias urbanas. In *XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 1-18.
- Carelli, L. & Lopes, P. P. (2011). Caracterização fisiográfica da bacia Olhos D'água em Feira de Santana/BA: geoprocessamento aplicado à análise ambiental. *Boletim Goiano de Geografia (BGG)*. Goiânia, 31(2), 43-54.
- Costa, D. P., Vendrusculo, J., Rosa, D. M., Mendes, D. M., Cavalheiro, W. C. S. & Rodrigues, A. A. M. Morfometria e dinâmica de desmatamento da microbacia Canaã. Amazônia, Brasil. (2019). *Brazilian Journal of Development*, 5(12), 30754-30772.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. (2004). *Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região do Alto Paranaíba, Minas Gerais*.
- Lacerda, G. L. B., Firmino, L. Q., Sá, A. C. N., Neto, O. R. & Silva, V. F. (2019). Caracterização morfométrica: estudo de caso da bacia hidrográfica do Riacho dos Grossos, Paraíba, Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 10(2), 362-376.
- Leite, M. E. & Rocha, A. M. (2016). Sistema de Informações Geográficas (SIG) aplicado ao cálculo de índices morfométricos em bacia hidrográfica. *Revista Geo UERJ*, 28, 44-65.
- Lima, G. A., Generoso, C. M., Santos, C. M., Silva, L. A. & Sousa, R.G. (2016). Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: estudo de caso Ribeirão Isidoro. In: *VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental (ConGeA)*. Campina Grande.
- Mamédio, F. M. P., Castro, M. N. R. & Corseiu, C. W. (2018). Tempo de concentração para Bacias Rurais Monitoradas na Região do Planalto Basáltico no Sul do Brasil. *Revista Rega*, 15(1), 1-17.
- Mello, C. R. & Silva, A. M. (2013). *Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas*. Editora UFLA.
- Pacheco, F. M. P., Vendrusculo, J., Ramos, H. F., Rodrigues, A. A. M., Cavalheiro, W. C. S., Hara, F. A. S., Rocha, K. J. & Silva, G. N. (2020). Caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do Rio São Jorge, Rondônia, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 4219-4236.
- Parente, Y. Y., Mendes, A. C., Miranda, A. G. O. & Dourado Junior, O. C. (2020). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Curuçá (Pará) e demarcação de nascentes fluviais como subsídio à gestão. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*. 10(3), 138-152.
- Santos, A. S., Silva, E. C., Cardoso, L. A. P., Praia, W. M., Hara, F. A. S., Cavalheiro, W. C. S. & Vendrusculo, J. (2021). Características hidrogeomorfológicas da bacia do rio Águas Claras, Amazônia Ocidental, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(3), 1-16.
- Santos, C. L., Wanderley, L. S., Vital, S. R. O. & Girão, O. (2015). Análise da suscetibilidade à ocorrência de enchentes e alagamento na bacia do alto/médio curso do rio Jaguaribe, João Pessoa/PB, a partir de características morfométricas extraídas de dados SRTM. *Revista de Geociências do Nordeste*, 1(1), 37-49.
- Silva, J. S. A., Rodrigues, R. S. S. & Bittencourt, G. M. (2020). Aplicação de diferentes MDE'S para extração de variáveis morfométricas de uma bacia hidrográfica. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, 10(1), 10-19.
- Souza, C. F., Pertille, C. T., Corrêa, B. J. S. & Vieira, F. S. (2017). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Ivaí- Paraná. *Revista Eletrônica do Curso de Geografia - UFG/REJ*, 29, 93-110.
- Tonello, K. C. (2005). *Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões, MG*. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- Tucci, C. E. M. (2007). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. (4a ed.), Editora da UFRGS: ABRH.
- Tucci, C. E. M. & Bertoni, J. C. (2003). *Inundações Urbanas na América do Sul*. Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- Villela, S. M. & Mattos, A. (1975). *Hidrologia Aplicada*. McGraw Hill do Brasil.
- Zanata, M., Pissarra, T. C. T., Arraes, C. L., Rodrigues, R. M. & Campos, S. (2011). Influência da escala na análise morfométrica de microbacias hidrográficas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(10), 1062-1067.