

Influência da expansão urbana aliada às características morfométricas nas ocorrências de inundações: estudo de caso no município de João Monlevade-MG

Influence of urban expansion allocated to morphometric characteristics in flood occurrences: case study in João Monlevade-MG

Influencia de la expansión urbana aliada a las características morfométricas em las ocurrencias de inundaciones: estudio de caso en la ciudad de João Monlevade-MG

Recebido: 15/11/2019 | Revisado: 19/11/2019 | Aceito: 27/11/2019 | Publicado: 29/11/2019

Josiano Josiel Rodrigues Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0618-5926>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: josianojosiel@hotmail.com

Gisely de Assis Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9080-1538>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: giselyassis25@gmail.com

Eliane Maria Vieira

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

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: elianevvv@gmail.com

Ana Carolina Vasques Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2633-2607>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: ana.freitas@unifei.edu.br

Resumo

O presente estudo teve como objetivo analisar a influência da expansão urbana aliada às características morfométricas nas ocorrências de inundações, no município de João Monlevade-MG. Para a mensuração e classificação das características morfométricas e a obtenção do mapa de uso e ocupação dentro da bacia foram utilizadas uma base de dados disponível no site da Agência Nacional de Águas (ANA) e imagens do satélite Alos Palsar. O uso e ocupação do solo foi dividido em 6 classes. A área de vegetação foi a que apresentou maior porcentagem na bacia. Para a caracterização morfométrica da bacia,

utilizando o *software* ArcGis 10.3, foi necessário a quantificação da área, perímetros, comprimento do canal principal da bacia e seu comprimento vetorial . De posse destes dados, calculou-se o coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (Kf), índice de circularidade (Ic), índices de declividade, índice de sinuosidade (Is), amplitude altimétrica (Hm), densidade de drenagem (Dd), hierarquia dos canais, número total de canais d'água na bacia e relação relevo (Rr). Diante dos resultados obtidos foi possível constatar que a bacia hidrográfica do córrego Carneirinhos possui uma suscetibilidade natural média ao desenvolvimento de inundações. Contudo, por meio da análise do uso e ocupação do solo foi constatado que os usos antrópicos prevaleceram e um aumento da expansão urbana foi observado, fato que tende a intensificar os processos de inundação na área.

Palavras-chave: Uso e ocupação; Morfometria; SIG; Bacia hidrográfica do Córrego Carneirinhos.

Abstract

The present study aimed to analyze the influence of urban expansion combined with morphometric characteristics in flood occurrences, in the municipality of João Monlevade-MG. To measure and classify the morphometric characteristics and obtain a map of use and occupation within the basin, a database available on the Water National Agency (ANA) website and the Alos Palsar satellite images were used. Land use and occupation was divided into 6 classes. The vegetation area presented the highest percentage of the basin. For the basin morphometric characterization, using the ArcGis 10.3 software, it was necessary to quantify the area, perimeters, length of the basin main channel and its vector lengths. With these data, the compactness coefficient (Kc), form factor (Kf), circularity index (Ic), slope indexes, Sinuosity index (Is), Altimetric amplitude (Hm), drainage density (Dd), channel hierarchy, total number of water channels in the basin and relief ratio (Rr) were calculated. The results showed that the Carneirinhoscreek watershed has an average natural susceptibility to the development of floods. However, through the analysis of land use and occupation, anthropic uses prevailed and an increase of the urban expansion was noted. This tends to intensify flooding processes in the area.

Keywords: Use and occupation; Morphometry; SIG; Carneirinhos creek watershed.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la influencia de la expansión urbana combinada con características morfométricas en casos de inundación, en el municipio de João

Monlevade-MG. Para medir y clasificar las características morfométricas y obtener el mapa de uso y ocupación de la cuenca, se ha utilizado una base de datos disponible en el sitio de la Agencia Nacional del Agua (ANA) e imágenes del satélite Alos Palsar. El uso de la tierra y la ocupación se dividió en 6 clases. El área de vegetación fue la de mayor porcentaje de la cuenca. Para la caracterización morfométrica de la cuenca, utilizando el software ArcGis 10.3, fue necesario cuantificar el área, los perímetros, la longitud del canal principal de la cuenca y su longitud vectorial. Con estos datos se calcularon el coeficiente de compacidad (K_c), el factor de forma (K_f), el índice de circularidad (I_c), el índice de pendiente, el índice de sinuosidad (I_s), la amplitud altimétrica (H_m), la densidad de drenaje (D_d), la jerarquía de canales, el número total de canales de agua en la cuenca y la relación de alivio (R_r). Los resultados mostraron que la cuenca del arroyo Carneirinhos tiene una susceptibilidad natural promedio a las inundaciones. Sin embargo, a través del análisis del uso y ocupación de la tierra se encontró que prevalecían los usos antropogénicos y se observó un aumento en la expansión urbana, hecho que tiende a intensificar los procesos de inundación en la zona.

Palabras clave: Uso y ocupación; Morfometría; SIG; Cuenca del Arroyo Carneirinhos.

1. Introdução

Uma bacia hidrográfica pode ser definida como um conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes. É uma unidade física de área bem caracterizada, onde toda forma de precipitação é drenada para um único ponto (exutório). Pode ser constituída por diversas microbacias e cursos d'água, formando assim uma malha de drenagem de uma grande bacia (Schiavetti & Camargo, 2002).

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que cria a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece que a bacia hidrográfica é a principal unidade de estudo, planejamento e gestão territorial de preservação dos recursos naturais (Brasil, 1997).

Assim, o conhecimento das características morfométricas das bacias hidrográficas é uma informação essencial para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, visto que a partir destas informações é possível estimar a suscetibilidade natural de uma bacia sofrer inundações, por exemplo (Lopes, Campos, Fraga, Aires & Silva, 2018). Esta suscetibilidade pode ser quantificada por meio do conhecimento de suas características morfométricas como fator de forma, índice de circularidade, coeficiente de compacidade, índice de rugosidade, entre outras. Desta forma, a quantificação destas variáveis poderá

fornecer informações importantes para o gerenciamento e prevenção de danos causados por estes eventos (Souza, Cardoso, Souza, Santos & Santos, 2015).

O comportamento hidrológico apresentado por uma bacia está intimamente ligado às suas características geomorfológicas como área, geometria, relevo, geologia, rede de drenagem, tipo de cobertura vegetal, uso e ocupação do solo, por exemplo. Desse modo, estas propriedades físicas e bióticas da bacia constituem elementos fundamentais na regulação de seus processos hidrológicos, pois influenciam na taxa de infiltração, no volume de água produzido, na taxa de evaporação da bacia, entre outros (Lopes et al., 2018).

Sá, Costa Filho, Francisco e Braga Júnior (2010) mencionam que a partir da utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como ferramentas de geoprocessamento no gerenciamento do território e análises ambientais é possível obter uma grande quantidade de informações de uma bacia hidrográfica em um curto intervalo de tempo.

Dentre as bases de dados mais utilizadas nos SIG para a gestão e o planejamento dos recursos hídricos, os Modelos Digitais de Elevações (MDE) são os mais eficientes para a obtenção de informações das bacias hidrográficas, uma vez que é possível a realização de uma análise espacial da bacia com alta rapidez e baixo custo (Sausen, 2017).

Baena, Silva, Pruski e Calijuri (2004) completam que o emprego dos MDE possibilita representar de forma detalhada o relevo e a rede de drenagem de uma bacia, pois sua utilização pode assegurar uma melhor representação dos sentidos dos escoamentos superficiais originados em qualquer ponto da bacia e que convergiram para o exutório, garantindo assim a consistência hidrológica e resultados coerentes com a realidade da bacia. Além de fornecer dados morfométricos, os MDE possuem grande aplicabilidade no gerenciamento dos territórios e dos recursos hídricos.

Mediante os processos de ocupação do solo, principalmente com o avanço da urbanização, inúmeros municípios brasileiros vêm enfrentando situações críticas devido à ocorrência de inundações ocasionadas por diversos fatores que, inclusive, podem se combinar, como as características morfométricas (geometria), geomorfologia, uso e ocupação, posição geográfica, entre outros. Incontáveis danos e prejuízos ocorrem em consequência das inundações, que vem sendo intensificadas com o passar dos anos, inclusive pela urbanização dos territórios.

João Monlevade é um município mineiro onde, desde 1964 (ano de sua emancipação), foram registrados mais de 10 eventos críticos de inundação na sua região central, sendo o bairro Carneirinhos o que mais sofre com estes problemas. As inundações mais graves

ocorreram em 01 de dezembro de 1969 e em 01 de janeiro de 1970, quando houve a ocorrência de vítimas fatais e várias casas que se encontravam às margens do córrego Carneirinhos foram destruídas¹. Já última inundação nesta região ocorreu, em 11 de dezembro de 2017, após um elevado volume de precipitação (G1 MG, 2017).

Diante deste contexto, este trabalho visa contribuir para os estudos de planejamento e gestão da bacia hidrográfica do córrego Carneirinhos, de modo a fornecer informações que possam reduzir ou minimizar os impactos ambientais decorrentes das inundações na área urbana de João Monlevade. Seu objetivo é analisar a influência da expansão urbana aliada às características morfométricas nas ocorrências de inundações, no município de João Monlevade-MG.

2. Metodologia

2.1. Localização e caracterização da Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no município de João Monlevade, centro leste de Minas Gerais, coordenadas geográficas Latitude 19 ° 50 ' 10 "S e Longitude 43 ° 07 ' 39 "W, distante cerca de 110 km da capital Belo Horizonte (Figura 1). Sua área territorial é de 99,16 km² e sua população estimada é de 79.910 habitantes, sendo 99% considerada urbana (IBGE, 2019). O município pertence à bacia hidrográfica do Rio Doce e está totalmente inserido na bacia do Rio Piracicaba. É formado pelas sub-bacias do córrego Santa Bárbara, Carneirinhos e Jacuí (Fraga, Ferreira, Silva, Vieira, Silva, Barros & Martins, 2014).

¹ Informações obtidas junto à Prefeitura Municipal de João Monlevade.

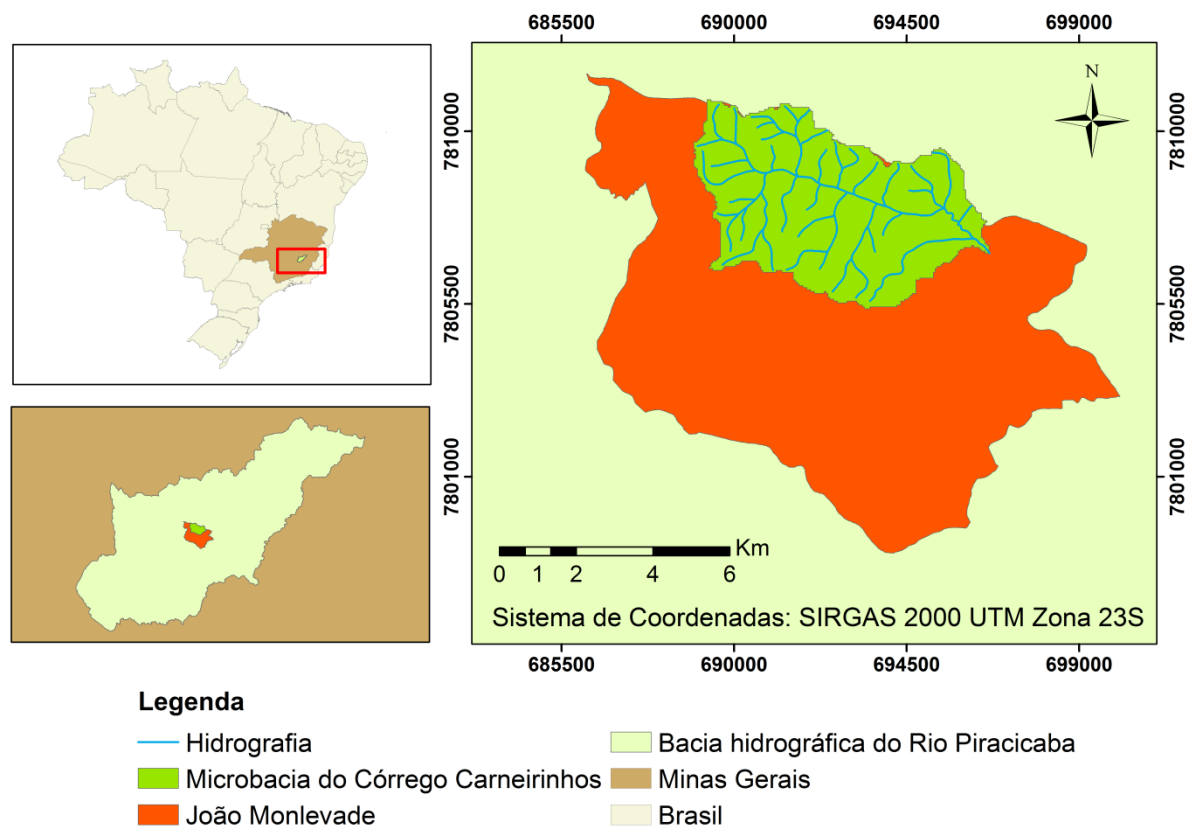


Figura 1: Localização da sub-bacia do córrego Carneirinhos no município de João Monlevade

Fonte: Autor (2019)

Os principais rios que atravessam o município são o Rio Piracicaba e o Santa Bárbara, porém nenhum deles atravessa o centro comercial do bairro Carneirinhos. A porção urbana do município conta com cursos d'água de menores dimensões: córregos Areão, Loanda, Carneirinhos, Metalúrgico e Tietê (Franco, Luiz, Santos, Narcizo, Lopes & Piedade, 2015).

De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2016), no território há predominância das classes de solos Latossolos Vermelho Escuro e Cambissolo Ferrífero. Os Latossolos caracterizam-se por serem solos profundos, bem estruturados e drenados, ácidos e com baixa fertilidade. Já os Cambissolos caracterizam-se por apresentar baixa condutividade hidráulica e alta erodibilidade, coesão e plasticidade devido ao alto teor de argila (Brasil, 2007).

Segundo o sistema de classificação de Köppen-Geiger, o clima predominante na região é Cwa, apresentando duas estações bem definidas, com verões quentes e invernos secos, sendo classificado como tropical de altitude devido à sua altitude média acima de 900m (Fraga et al, 2014). A temperatura do município varia entre 15,9°C e 29°C e a média anual de precipitação é de aproximadamente 1.372 mm, distribuídas entre os meses mais chuvosos que vão de dezembro a março (Azevedo & Assis, 2015).

2.2 Análises morfométricas

A caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Carneirinhos foi realizada a partir do levantamento e/ou cálculo das seguintes variáveis: área e perímetro da bacia, amplitude altimétrica, comprimento do canal principal, hierarquia dos canais, número total de cursos d'água na bacia, comprimento vetorial do canal principal, densidade de drenagem, índice de sinuosidade, índice de circularidade, relação do relevo, fator de forma, coeficiente de compacidade, declividade da bacia. Assim, a análise morfométrica foi executada a partir das características geométricas, de relevo e da rede de drenagem (Santos, Targa, Batista &, Dias, 2012).

2.2.1. Área e perímetro

A área (A) pode ser compreendida como uma unidade que quantifica uma superfície e possui grande relevância nos estudos morfométricos, pois o tamanho da área é diretamente proporcional ao volume de água produzido por uma bacia, ou seja, quanto maior a área da bacia, maior será o volume de água produzido por ela. Além disso, é uma variável muito importante para a obtenção dos índices que medem o grau de vulnerabilidade à inundações da bacia. Geralmente esta variável é expressa por quilômetros quadrados (km²). Já o perímetro (P) é uma unidade linear que representa o comprimento de uma linha de contorno de uma superfície plana. No caso dos estudos morfométricos, ele representa o comprimento ao longo do divisor de água de uma bacia. Sua unidade é expressa em quilômetros (km) (Santos; Carvalho & Antoneli, 2016).

2.2.2 Amplitude Altimétrica

A amplitude altimétrica (H_m) é a variação entre a cota de maior altitude (H_{max}) e a menor cota altimétrica da bacia (H_{min}), ou seja, a foz e/ou exutório. Este parâmetro representa o desnível médio da bacia e tem relação direta com a velocidade de escoamento da água na bacia e com a taxa de infiltração da chuva no solo, sua unidade de medida é expressa em metros (m), conforme cálculo apresentado na Equação 1 (Finkler, 2019).

$$H_m = H_{max} - H_{min} \quad [\text{Eq. 1}]$$

Onde:

Hm: amplitude altimétrica (m)

Hmax: Altitude máxima (m)

Hmin: Altitude mínima (m)

2.2.3 Comprimento do canal principal

O comprimento do canal principal (L_c) corresponde a distância entre a nascente do curso d'água principal até sua foz. Quanto maior o comprimento do curso d'água principal, maior será o tempo em que a água demora para sair da bacia. Sua unidade de medida é expressa em quilômetros (km) e/ou em metros (m) (Brubacher, Oliveira & Guasselli, 2011).

2.2.4 Hierarquia dos canais

De acordo com o sistema proposto por Horton-Strahler (1964), são considerados cursos d'água de 1ª ordem aqueles que não possuem nenhum tributário. Quando ocorre a confluência de dois cursos d'água de 1ª ordem é formado um curso d'água de 2ª ordem. Já os cursos d'água de 3ª ordem originam-se a partir da confluência de dois cursos d'água de 2ª ordem. Assim, ao receber contribuições da mesma ordem que a sua, a confluência dos dois cursos d'água sobe uma ordem; quando recebe a contribuição de ordens inferiores a ordem não se altera (Trajano, Spadotto, Holler, Daltio, Martinho, Fois, Santos & Toschi, 2012).

2.2.5 Número total de cursos d'água na bacia

Este parâmetro corresponde a quantidade total de cursos d'água existente em uma bacia hidrográfica e é expresso em unidades (Franco & Santo, 2015).

2.2.6 Densidade de Drenagem

É a relação entre o somatório dos comprimentos dos cursos d'água dividido pela área da bacia hidrográfica, sendo expresso em km/km^2 . Quanto maior a densidade de drenagem (D_d) de uma bacia, menor é o tempo para que a água alcance o curso d'água, como

consequência tem-se uma ampliação dos efeitos de enchentes em áreas a jusante da bacia. Bacias com substratos rochosos muito permeáveis apresentam uma menor capacidade de formação de canais e apresenta uma reduzida densidade de drenagem. A densidade de drenagem é dada pela Equação 2:

$$Dd = \frac{L}{A} \quad [\text{Eq. 2}]$$

Onde:

Dd: densidade de drenagem (km/km²);

L: comprimento total dos rios ou canais (km);

A: Área da bacia (km²)

Ferreira, Lima, Cavalcanti e Santos (2010) apresentam uma classificação a partir de faixas de densidade de drenagem, conforme disposto na Tabela 1, que facilitam a interpretação dos resultados.

Tabela 1: Classificação dos resultados de densidade de drenagem

Dd	Interpretação
Dd < 0,5 km/km²	Bacias com drenagem pobre
0,5 ≤ Dd < 1,5 km/km²	Bacias com drenagem regular
1,5 ≤ Dd < 2,5 km/km²	Bacias com drenagem boa
2,5 ≤ Dd < 3,5 km/km²	Bacias com drenagem muito boa
Dd ≥ 3,5 km/km²	Bacias excepcionalmente bem drenadas

Fonte: Ferreira *et al.* (2010)

2.2.7 Índice de Sinuosidade

O Índice de Sinuosidade (Is) representa a relação entre o comprimento do curso d'água principal e seu o comprimento vetorial (distância linear da nascente até a foz). Bacias hidrográficas com altos índices de sinuosidade apresentam baixas velocidade de escoamento das águas, e conseqüentemente uma menor propensão a sofrer inundações, pois retêm a água por maior tempo dentro da bacia, evitando que a mesma se acumule a jusante da bacia (Santos; Carvalho & Antoneli, 2016).

Christofoletti (1981) apresenta uma classificação a partir de faixas de Índice de sinuosidade, Tabela2, que facilita a interpretação dos resultados.

Tabela 2: Classificação dos resultados do Índice de sinuosidade

Is	Interpretação
Is < 1,20	Muito reto
1,20 ≤ Is < 1,30	Reto
1,30 ≤ Is < 1,40	Divagante
1,40 ≤ Is < 1,50	Sinuoso
Is ≥ 1,5	Muito Sinuoso

Fonte: Christofoletti (1981)

O Índice de Sinuosidade é dado pela Equação 3:

$$Is = \frac{L}{Dv} \quad [\text{Eq. 3}]$$

Onde:

Is: Índice de sinuosidade;

L: comprimento do canal principal (km);

Dv: comprimento vetorial do canal principal (km).

2.2.8 Índice de circularidade

O Índice de circularidade (Ic) é um índice que associa a área da bacia com a área de um círculo de perímetro idêntico ao da área da bacia hidrográfica (Santos et al., 2012). Este índice pode variar entre 0 e 1, sendo que valores próximos de 1 indicam que a bacia apresenta forma semelhante a um círculo, tornando se assim mais suscetível a ocorrência de inundações devido à maior retenção de água na bacia em razão do seu formato circular. Valores inferiores a 0,51 correspondem a bacias de forma alongada, ou seja, menos suscetíveis a inundações devido ao favorecimento do escoamento das águas (Cardoso, Dias, Soares & Martins, 2006; Ferreira et al., 2010). Este índice é admissional e obtido conforme apresentado pela Equação 4:

$$Ic = \frac{12,57 \times A}{p^2} \quad [\text{Eq. 4}]$$

Onde:

Ic: Índice de Circularidade;

P: Perímetro;

A: Área da bacia em estudo em km².

2.2.9 Relação do Relevo

A relação do relevo (Rr) é um índice que foi proposto por Schumm em 1956, e relaciona a amplitude altimétrica da bacia com o comprimento do curso d'água principal. Quando o valor de Rr é elevado, significa que há um grande desnível entre a cabeceira e o exutório e, como consequência a declividade média da bacia será elevada, propiciando ambiente favorável à ocorrência de inundações à jusante (Santos et al., 2012). Este índice é obtido pela Equação 5.

$$Rr = \frac{Hm}{L} \quad [\text{Eq. 5}]$$

Onde:

Rr: relação de relevo;

Hm: amplitude altimétrica da bacia (m);

L: comprimento do canal principal da bacia (km).

A Tabela 3 apresenta valores de referência para a interpretação dos resultados da relação de relevo.

Tabela 3: Classificação dos resultados de relação de relevo

Rr	Classificação
Rr < 10 m/km	Baixo
11 ≤ Rr < 30 m/km	Intermediário
31 ≤ Rr	Alto

Fonte: (Rossi & Pfeifer, 1999)

2.2.10 Fator de forma

O fator de forma (Kf) é um índice que relaciona a largura média da bacia com o comprimento do ponto mais distante do exutório da bacia (Santos et al., 2012). Quanto mais próximos seus valores estiverem de 1, maior suscetibilidade a bacia possui de sofrer inundação conforme apresentado pela Tabela 4.

Tabela 4: Interpretação dos resultados para fator de forma.

Ff	Interpretação
1,00 – 0,75	Bacia com tendência a grandes inundações
0,75 – 0,50	Bacia com tendência mediana a inundações
<0,50	Bacia com tendência a conservação, não sujeita a grandes inundações

Fonte: Palaretti (2019)

Uma bacia com um fator de forma pequeno indica que ela possui uma baixa propensão a sofrer inundações. Bacias de mesma área, podem apresentar fatores de forma diferentes e conseqüentemente respostas à inundações diferentes. O fator de forma é calculado conforme a Equação 6:

$$F_F = \frac{B}{L} \quad [\text{Eq. 6}]$$

Onde:

L: comprimento da bacia (m);

B: largura média obtida por meio da Equação 7.

$$B = \frac{1}{n} \times \sum_{1}^n B_i \quad [\text{Eq. 7}]$$

Sendo B_i a largura da i ésima seção.

2.2.11 O coeficiente de compacidade

O coeficiente de compacidade (Kc) é um parâmetro obtido pela razão entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de área igual a da bacia. A área da bacia não possui uma influência direta sobre esse parâmetro, porém, a sua geometria pode determinar diferentes valores para este coeficiente. Deste modo, resultados próximos de 1 referem-se a

bacia com formas circulares e a maior propensão a enchentes. No entanto, valores superiores a 1 apontam formas irregulares da bacia (ex.: alongada) e uma menor suscetibilidade a sofrer inundações conforme apresentado na Tabela 5 (Palaretti, 2019).

Tabela 5: Interpretação dos resultados para o coeficiente de compacidade.

Kc	Interpretação
1,00 – 1,25	Bacia com alta propensão a grandes inundações
1,25 – 1,50	Bacia com tendência mediana a grandes inundações
>1,50	Bacia com tendência a conservação, não sujeita a inundações

Fonte: Palaretti (2019)

Bacias que se apresentam com geometria de um círculo, apresentam uma convergência do escoamento superficial ao mesmo tempo para um pequeno trecho do rio principal, contribuindo assim para a produção de grandes vazões nestes cursos d'água (Fraga et al., 2014).

Desta forma, o coeficiente de compacidade foi calculado utilizando-se a Equação 8:

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}} \quad [\text{Eq. 8}]$$

Onde:

Kc: coeficiente de compacidade;

P: perímetro (m) e

A: área de drenagem (m²).

2.2.12 Declividade da Bacia

A declividade média da bacia é um parâmetro que leva em consideração a variação média da altitude dentro da área da bacia. Este parâmetro pode ser obtido aplicando-se uma malha quadrada e/ou triangular (TIN) sobre a planta planialtimétrica da bacia, em *softwares* como o ArcGis. Em seguida são determinadas as declividades em cada um dos pontos de intersecção das malhas projetadas e por fim realiza-se o cálculo da média destes valores.

O valor da declividade média da bacia é uma informação muito importante, pois está diretamente ligado aos picos de vazão (enchentes) sofridos pelo curso d'água, bem como

influencia na taxa de infiltração da água na bacia (recarga do aquífero), na suscetibilidade à erosão do solo, na velocidade do escoamento superficial da água da chuva e no tempo de concentração da chuva (Ferreira et al., 2010).

2.2.13 Uso e ocupação do solo

A análise de uso e ocupação consiste na classificação e quantificação das diversas maneiras de se ocupar as áreas de uma bacia hidrográfica. Também pode ser entendida como a forma que uma edificação ocupa um terreno, de acordo com os valores estabelecidos pelo Plano Diretor Municipal (Palaretti, 2019).

A identificação dos usos pode ser realizada por meio de imagens de satélites ou fotografias aéreas empregando-se um Sistema de Informação Geográfica (SIG), assim, é possível obter os usos em uma escala temporal pré-definida de acordo com os objetivos dos estudos.

2.3 Metodologia aplicada para elaboração dos mapas

Os mapas foram elaborados utilizando-se as ferramentas do SIG ArcGIS, versão 10.3. Para a elaboração do mapa de hidrografia utilizou-se a base de dados obtida junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2019).

A confecção do mapa do Modelo Digital de Elevação (MDE) foi realizada a partir da extração das curvas de nível do município em formato vetorial, do arquivo fornecido pela Prefeitura Municipal de João Monlevade. Com as curvas, empregando-se as ferramentas do *3D Analyst Tools*, o MDE foi gerado no formato TIN e convertido para o formato *raster*.

Para o MDE das áreas não cobertas pelas curvas de nível, o modelo foi gerado a partir da imagem SRTM do satélite ALOS PALSAR, de 09/04/2011, obtida junto ao *sítio* eletrônico do Alaska Satellite Facilities (ASF) Data Search Vertex (ASF, 2019). Em seguida uniram-se as imagens, sendo aplicadas as correções e ajustes necessários para a geração do modelo final. A partir do arquivo MDE em formato raster, foram aplicadas as ferramentas do *Spatial Analyst Tools* para a elaboração do mapa de declividade.

Em relação aos mapas de uso e ocupação do solo, foi obtido junto ao Portal Metadados ANA o arquivo vetorial de João Monlevade contendo a classificação dos usos do solo de sua área urbana no ano de 2016 (ANA, 2019). A partir da classificação disponibilizada, houve adequação para os usos do solo dos anos de 2005 e 2019 empregando-

se a digitalização em tela para imagens do *software Google Earth Pro* e delimitação dos polígonos das áreas que se apresentaram diferentes. As imagens dos anos 2005 e 2019 foram escolhidas por representarem as imagens mais antiga e mais recente, com boa qualidade de visualização, disponibilizadas pelo *software*.

Após a geração dos mapas em formato vetorial, foram obtidos os dados referentes às áreas de cada classe de uso e sua representatividade na área total da bacia. Por fim foi realizada uma análise temporal do uso e ocupação do solo no território da bacia para avaliar sua influência nos efeitos das inundações, conforme será abordado no tópico seguinte.

Já os dados morfométricos (área, perímetro, comprimento do curso d'água principal, entre outros) foram obtidos junto à tabela de atributos das bases de dados.

3. Resultados e Discussão

3.1. Resultados morfométricos

Os resultados obtidos com as análises dos dados da bacia hidrográfica do córrego Carneirinhos foram compilados na Tabela 6, conforme segue:

Tabela 6: Características morfométricas da bacia hidrográfica do córrego Carneirinhos

GRUPO	VARIÁVEL	RESULTADO	UNIDADE	GRAU DE SUSCETIBILIDADE
Características geométricas	Área	26,54	km ²	-
	Perímetro da bacia	31,11	km	-
	Padrão de drenagem	Dendrítica	-	-
	Nº de canais de 1ª ordem	37	Unid	-
	Nº de canais de 2ª ordem	17	Unid	-
	Nº de canais de 3ª ordem	6	Unid	-
	Nº de canais de 4ª ordem	13	Unid	-
	Comprimento vetorial do canal principal	6.760,71	m	-

	Coefficiente de compacidade (Kc)	1	-	Baixo
	Fator de forma (Kf)	0,5	-	Médio
	Índice de circularidade (IC)	0,38	-	Baixo
	Densidade de drenagem (Dd)	2,02	Unid/km ²	Médio
Características do relevo	Altitude máxima	1098	m	-
	Altitude mínima	556	m	-
	Amplitude altimétrica (Hm)	542	m	Alto
	Índice de sinuosidade (Is)	1,33	m/km	Alto
	Relação do Relevo	66,53	m/km	Alto
Características da rede de drenagem	Comprimento do canal principal	8,96	km	-
	Comprimento total dos canais	53,69	km	-
	Comprimento vetorial do canal principal	6,76	km	-
	Densidade de drenagem (Dd)	2,02	km/km ²	Médio
	Hierarquia dos canais	4 ^a ordem	-	-

Fonte: Autores (2019)

A amplitude altimétrica da bacia obtida foi de 596 m (Figura 2). Bacias com elevadas amplitudes altimétricas apresentam menores taxas de infiltração no solo e maior velocidade do escoamento superficial da água. Como consequência desta alta velocidade do escoamento tem-se a ampliação da ocorrência das inundações nas áreas mais baixas a jusante da bacia.

Na bacia hidrográfica do córrego Carneirinhos existem 73 cursos d'água, sendo o comprimento do canal principal de 8,96 km e a hierarquia dos canais é de 4^o ordem. A microbacia apresenta-se bem ramificada, apresentando 37 canais de 1^a ordem, 17 canais de 2^a ordem, 6 canais de 3^a ordem e 13 canais de 4^a ordem, conforme apresentado na Figura 3.

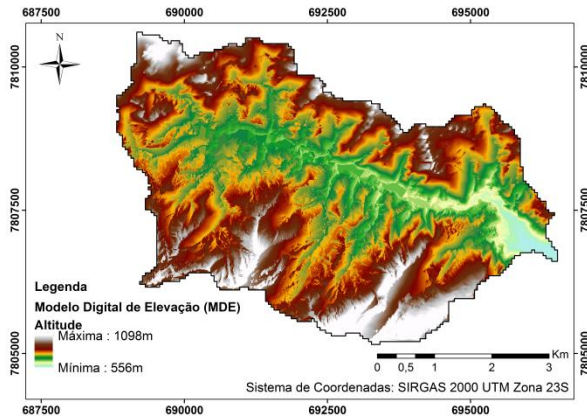


Figura 2: MDE gerado a partir das curvas de nível do município de João Monlevade e da imagem SRTM
Fonte: Autor (2019)

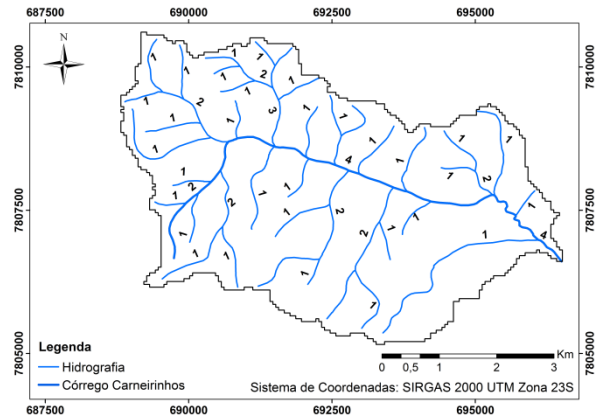


Figura 3: Classificação dos cursos d'água segundo Horton-Strahler.
Fonte: Autores (2019)

O canal principal possui muitos tributários e isso influencia diretamente em sua recarga hídrica, bem como no grau de desenvolvimento da rede de drenagem da bacia. Para Tonello, Dias, Souza, Ribeiro & Leite (2006), quanto mais ramificada a rede de drenagem de uma bacia hidrográfica, mais eficiente será seu sistema de drenagem, além disso o autor ressalta que ramificações de ordem igual ou inferior a 4 são comuns em pequenas bacias hidrográficas e podem refletir os impactos diretos do uso e ocupação do solo. Além disso, a bacia apresenta um padrão de drenagem do tipo dendrítico (Santos et al., 2012).

O comprimento vetorial do canal principal da bacia hidrográfica do córrego Carneirinhos é 6.760,71 m, valor este muito inferior ao do comprimento do canal principal. Em relação à densidade de drenagem, aplicando-se a Equação 2, obteve-se o valor de 2,02 km/km². Isso significa que, de acordo com a classificação proposta por Ferreira et al.(2010), apresentada na Tabela 1, a bacia possui boa drenagem.

Empregando-se a Equação 3, verificou-se que o índice de sinuosidade foi igual a 1,33, ou seja, o curso d'água principal apresenta mais características de retilíneo do que sinuoso, podendo ser enquadrado como divagante (Tabela 2). Lana, Alves & Castro (2001) mencionam que valores próximos a 1,0 indicam que o curso d'água tende a ser mais retilíneo, enquanto valores superiores a 2,0 indicam que o canal apresenta-se mais sinuoso. A sinuosidade do curso d'água pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles tem-se a deposição dos sedimentos no leito do curso d'água, estrutura geológica e a declividade da bacia (Santos; Carvalho & Antoneli, 2016).

Por meio da aplicação da Equação 4, verificou-se que a bacia em estudo apresenta índice de circularidade igual a 0,38. Este resultado significa que o formato da bacia não se

assemelha com um círculo, apresentando baixa suscetibilidade natural de sofrer inundações, considerando-se apenas este índice.

A relação de relevo da bacia foi obtida por meio da Equação 5 e seu resultado foi 66,53 m/km. Este valor pode ser considerado alto de acordo com a classificação proposta por Rossi e Pfeifer (1999) apresentado na Tabela 3. Quanto maior o valor da relação relevo, maior é a declividade do relevo e conseqüentemente menor será a taxa de infiltração e maior será volume escoado. Ainda de acordo com Rossi e Pfeifer (1999), bacias com predomínio de rochas do grupo granito-gnáissicas e que apresentam relevo montanhoso e com elevada declividades possuem índices de relação relevo maiores.

Em relação ao fator de forma (Equação 6), o resultado atingido foi igual a 0,5, que, ao ser comparado com a Tabela 4 indica que a bacia apresenta uma tendência mediana a sofrer inundações.

De acordo o valor do coeficiente de compacidade ($K_c = 1$) encontrado na equação 7, infere-se que a bacia hidrográfica do córrego Carneirinhos apresenta características de uma bacia circular, apresentando alta propensão a sofrer grandes inundações para esta característica analisada conforme apresentado na Tabela 5.

3.2 Declividade

A partir da análise das informações geradas pelo mapa de declividade (Figura4), verifica-se que 9,6% do terreno da bacia é considerado plano; 2,78% suave-ondulado; 21,68% como ondulado; 42,41% forte ondulado; 18,92% montanhoso e 4,61% terreno escarpado. A declividade média aproximada da bacia é de 32%, há predominância de terrenos enquadrados como forte ondulados, pois mais de 40% da área encontra-se nessa categoria e praticamente 82% da bacia possui declividade entre 8 e 75% (ondulado a montanhoso).

No local, menos de 10% da área pode ser considerada como plana, que localizam-se próximas aos cursos d'água. Isso significa que a declividade da bacia favorece o aumento da velocidade do escoamento superficial, dificultando o processo de infiltração da água no solo e potencializando o acúmulo de água nas regiões mais baixas e, conseqüentemente propiciando a ocorrência de eventos de inundações nestes locais.

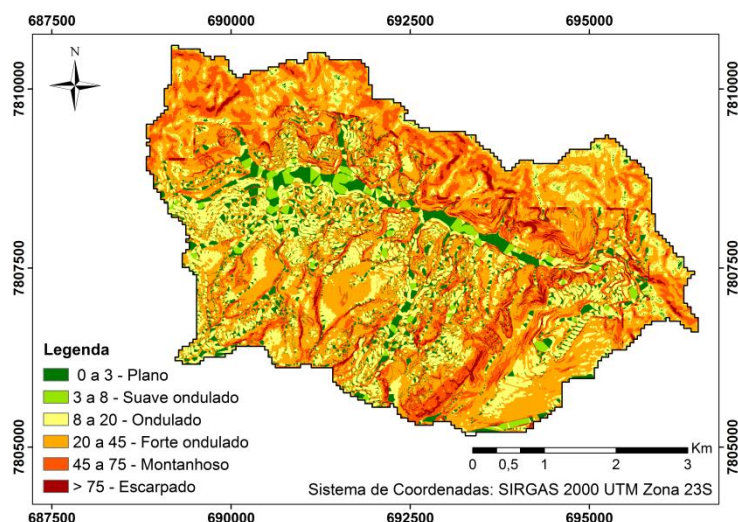


Figura 4: Declividade
Fonte: Autores (2019)

3.3 Uso e ocupação do solo

Para a classificação dos usos e ocupações do solo, por meio de uma análise visual das imagens disponíveis no *software Google Earth Pro* da área dos anos de 2005, 2016 e 2019 e prévio conhecimento da região, foram estabelecidas 6 (seis) classes principais, conforme apresentado na Tabela 6 e nas Figuras 5, 6 e 7. Na classe Água foram consideradas todas as áreas ocupadas por água (ex.: lagos, represas, entre outros). A Área Industrial abrangeu as instalações de empresas, por exemplo, atividades de siderurgia e mineração. A classe Edificação foi composta por vias públicas, edificações, equipamentos urbanos, entre outros.

A classe Pastagem abrigou áreas cobertas por gramíneas e vegetação rasteira, onde é comum o desenvolvimento da atividade de pecuária extensiva. Foram considerados os locais sem nenhum tipo de cobertura vegetal como áreas de Solo Exposto e, por fim, a categoria Vegetação incluiu vegetação de pequeno, médio e grande porte.

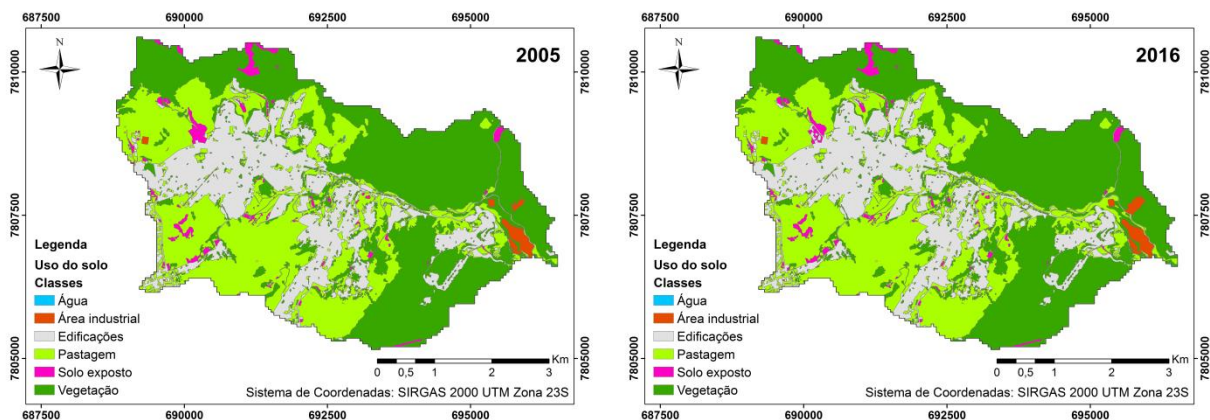
Tabela 6: Uso e ocupação do solo em João Monlevade nos anos de 2005, 2016 e 2019

Classe	2005		2016		2019	
	Área	%	Área	%	Área	%

	(km ²)		(km ²)		(km ²)	
Água	0,010	0,04%	0,010	0,04%	0,010	0,04%
Área industrial	0,211	0,80%	0,247	0,93%	0,247	0,93%
Edificações	6,057	22,83%	6,120	23,06%	6,120	23,06%
Pastagem	8,469	31,92%	8,548	32,22%	7,825	29,49%
Solo exposto	0,542	2,04%	0,508	1,91%	1,231	4,64%
Vegetação	11,246	42,38%	11,102	41,84%	11,102	41,84%
Total	26,535	100,00%	26,535	100,00%	26,535	100,00%

Fonte: Autores (2019)

A classe água manteve sua participação em 0,04% nos 3 (três) anos analisados. A área industrial apresentou um aumento de 17% de 2005 para 2016 e permaneceu inalterada de 2016 a 2019. A classe edificações apresentou comportamento similar, pois cresceu 1% de 2005 a 2016 e não sofreu alterações entre 2016 e 2019. A categoria pastagem apresentou um crescimento de aproximadamente 1% entre 2005 e 2016 e redução de aproximadamente 8% de 2016 a 2019. A área de solo exposto apresentou uma redução de 6% no primeiro período e um aumento de mais de 140% de 2016 a 2019. A classe vegetação foi a que mais perdeu área útil, visto que sofreu redução de 1,3% de 2005 a 2016. No período seguinte manteve-se constante.



Figuras 5 e 6: Uso e ocupação nos anos de 2005 e 2016
 Fonte: Autores (2019)

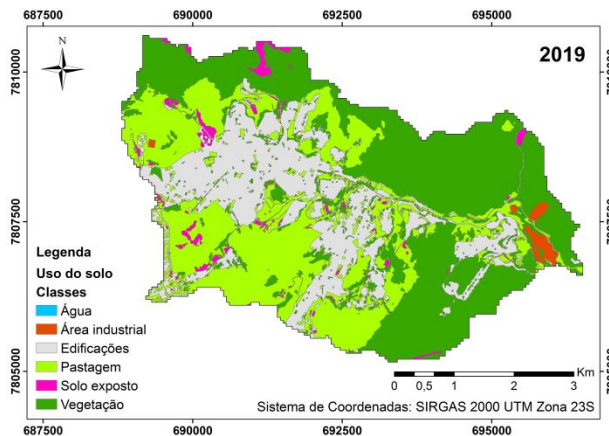


Figura 7: Mapa de uso e ocupação - 2019
Fonte: Autores (2019)

As áreas antropizadas (industrial, edificada e de pastagem) apresentaram crescimento. Um dos principais fatores que contribuiu para isso foi a expansão dentro do perímetro urbano, fato constatado pela visualização de novos loteamentos na bacia, que ainda não foram completamente ocupados, contribuindo para a ampliação da área de solos expostos.

As enchentes podem ter seus efeitos ampliados de acordo com o uso e ocupação da bacia hidrográfica, pois a retirada das vegetações nos topos de morros, a ocupação desordenada das margens dos rios, o não planejamento do crescimento das cidades e a impermeabilização do solo são alguns dos fatores que influenciam no aumento do número de casos de enchentes.

Por meio da análise do uso e ocupação do solo foi constatado que nos três anos analisados, os usos antrópicos prevaleceram e houve um aumento da expansão urbana. Verifica-se que esse crescimento ocorreu nas bordas das áreas ocupadas, não ocorrendo abertura de clareiras ou supressão vegetal em áreas de mata. Em 2005, o somatório das classes equivalentes aos usos antrópicos foi de 57,6% já em 2016 e 2019 foi próximo 58,1%. Isso significa que a maior parte da bacia possui usos que interferem negativamente na permeabilidade da água no solo, dificultando sua infiltração e favorecendo o escoamento superficial e a evaporação. Esta situação contribui para a ampliação para o número de eventos de inundação na bacia.

4. Considerações Finais

A partir da análise dos resultados obtidos constatou-se que a bacia hidrográfica do córrego Carneirinhos possui uma suscetibilidade natural entre média e grande à ocorrência de

inundações. Situação que é potencializada pelo uso e ocupação do solo, principalmente pela existência de grandes áreas que dificultam a infiltração da água no solo.

As áreas construídas encontram-se nas áreas mais baixa da bacia, ou seja, nas antigas áreas de planície de inundação do córrego Carneirinhos. Vale ressaltar também que o uso do solo de forma irracional, ou seja, sem considerar as características geomorfológicas da bacia podem potencializar a suscetibilidade natural da bacia a situações de inundações.

O controle das inundações em uma bacia hidrográfica é tarefa complexa, visto que o mesmo envolve diversas variáveis, que em muitos dos casos não podem ser mensuradas em quantidades mínimas (por exemplo, dados de precipitação horária, classificação dos solos em boa escala, entre outros).

Porém, a partir dos dados deste trabalho já é possível levantar algumas hipóteses sobre os principais fatores que precisam ser analisados para assim reduzir os números de eventos de inundação na bacia, além de contribuir para um melhor planejamento territorial do município. A baixa resolução e o número limitado das imagens do *software Google Earth* foram as principais limitações no desenvolvimento deste estudo.

Por fim, recomenda-se que sejam realizados trabalhos voltados a analisar os sistemas de drenagem atual do município, visto que falhas em seu dimensionamento e/ou obsolescência de suas funções também são fatores que podem contribuir para um maior número de eventos de inundação na região.

5. Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES); ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua); à Prefeitura Municipal de João Monlevade.

Referências

Agência Nacional das Águas (2019). Uso e Ocupação do Solo em Alta Resolução Espacial (1m) da Zona Urbana dos Municípios com mais de 50.000 habitantes na Bacia do Rio Doce. Acesso em 02 outubro de 2019, em https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=411&fname=Uso_Ocupao_do_Solo_alta_resolucao_municipios_50000_Bacia_Rio_Doce.7z&access=private.

ASF Data Search Vertex (2019). Alos Palsar: ALPSRP277296790. Acesso em 05 setembro de 2019, em <https://search.asf.alaska.edu/>.

Azevedo, A. G. & Assis, L. E. (2015). Avaliação de Fatores Ambientais em Áreas de Movimento de Massa no Bairro Sion, João Monlevade (MG). Acesso em 25 outubro de 2018, em <http://cbge2015.hospedagemdesites.ws/trabalhos/trabalhos/128.pdf>.

Baena, L.G.N., Silva, D.D., Pruski, F.F.& Calijuri, M.L. (2004). Regionalização de vazões com base em modelo digital de elevação para a bacia do rio Paraíba do Sul. Revista Engenharia na Agricultura, Jaboticabal, v. 24, n.3, p. 612-624.

Brasil (1997). Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Acesso em 25 maio de 2018, em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/19433.htm.

Brubacher, J. P.; Oliveira, G. G.; Guasselli, L. A. (2011). Suscetibilidade de enchentes a partir da análise das variáveis morfométricas na bacia hidrográfica do rio dos Sinos/RS. SBSR, Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15., 2011, Curitiba. Curitiba: Inpe, 8 p. Acesso em 05 maio de 2019, em <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.26.17.48/doc/p0366.pdf>.

Cardoso, C. A.; Dias, H. C. T.; Soares, C. P. B.; Martins, S. M. (2006). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo – RJ. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 241-248.(<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>).

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Serviço Geológico do Brasil (2016). Boletim do Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do rio Doce. Acesso em 14 junho de 2018, em http://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Doce/20160117_14-20160117-142021.pdf.

Christofolletti, A. Geomorfologia Fluvial. v.1. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

Ferreira, C. W. S.; Lima, C. S.; Cavalcanti, L. C. S.; Santos, A. H. O. (2010). Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Açude Cachoeira II, No Município de Serra Talhada - PE, Brasil. In: VI Seminário Latino Americano de Geografia Física II Seminário Ibero Americano de Geografia Física, 6., 2010, Coimbra. Anais... . Coimbra: Universidade de

Coimbra, p. 1 - 10. Acesso em 22 outubro de 2019, em <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema2/clarisse>.

Finkler, R. (2019). A bacia hidrográfica. Acesso em 22 outubro de 2019, em http://www.planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/planejamento_manejo_e_gestao_unidade_1.pdf.

Franco, A. C. V.; Santo, M. A (2015). Contribuição da morfometria para o estudo das inundações na sub-bacia do rio Luís Alves/SC. Mercator, Fortaleza, v. 3, n. 14, p.151-167. Acesso em: 22 outubro de 2019, em <http://www.scielo.br/pdf/mercator/v14n3/1984-2201-mercator-14-03-0151.pdf>.

Fraga, M. S.; Ferreira, R. G.; Silva, F. B.; Vieira, N. P. A.; Silva, D. P.; Barros, F. M.; Martins, I. S. B. (2016). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. Nativa, v. 2, n. 4, p. 214-218, 2014

Franco, E. S; Luiz, T. A.; Santos, N. A.; Narcizo, R. V.; Lopes, J. de A.; Piedade, L. D. C (2016). Canalização do córrego Carneirinhos e sua relação com os alagamentos em João Monlevade/MG. Acesso em 25 outubro de 2019, em <http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2016/09/Thiago.pdf>.

G1 MG, Globo Notícias. Chuva provoca alagamentos em João Monlevade, na Região Central de MG. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/chuva-provoca-alagamentos-em-joao-monlevade-na-regiao-central-de-mg.ghtml>>. Acesso em: 25 out. 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). Estimativa de população. Acesso em 02 outubro de 2019, em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/joãomonlevade/panorama>.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas (2019). Bases Cartográficas digitais. Acesso em 22 outubro de 2019, em http://www.igam.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=90&Itemid=147

Lana, C. E.; Alves, J. M. P. & Castro, P. T. A. (2001). Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - Brasil. Acesso em 05 novembro de 2019, em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672001000200008.

Lopes, I. C. P.; Campos, J. A.; Fraga, M. S.; Aires, U. R. V. & Silva, D. D. (2018). Caracterização Morfométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Caratinga, Sub Bacia do Rio Doce, MG. Acesso em 12 junho de 2019, em <http://www.ufjf.br/srhps/files/2018/09/B0002.pdf>.

Palaretti, L. F. (2019) Bacia hidrográfica. Acesso em 22 outubro de 2019, em <https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/luizfabianopalaretti/bacia-hidrografica.pdf>

Rossi, M. & Pfeifer, R.M. (1999). Remoção de material erodido dos solos de pequenas bacias hidrográficas no Parque Estadual da Serra do Mar em Cubatão (SP). *Bragantia*, Campinas, v. 58, n.1, p.141-156.

Sá, T. F. F.; Costa Filho, J. F.; Francisco, P. R. M. & Braga Júnior, J. M. (2010). Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas. Acesso em 16 junho de 2019, em https://www3.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IISIMGEO_CD/artigos/CartografiaeSIG/SIG/R_235.pdf.

Santos, M. A.; Carvalho, S. M. & Antoneli, V. (2016). Suscetibilidade A Enchentes A Partir Da Análise De Variáveis Morfométricas, Na Bacia Hidrográfica Rio Bonito Em Irati-PrBrasil. *Revista Equador: Revista Equador, Piauí*, v. 5, n. 5, p.152-167. Acesso em 22 outubro de 2019, em <https://ojs.ufpi.br/index.php/equador/article/download/4855/3224>.

Santos, A. M.; Targa, M. S.; Batista, G. T. & Dias, N. W (2012). Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Ambi-Agua, Taubaté*, v. 7, n. 3, p. 195-211. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.945>).

Sausen, T. M. (2019). Sensoriamento Remoto e Suas Aplicações para Recursos Naturais. Coordenadoria de Ensino, Documentação e Programa Especiais Instituto Nacional de

Pesquisas Espaciais São José dos Campos-SP. Acesso em 16 junho de 2019, em <http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>.

Schiavetti, A.& Camargo, A. F. M. (2002). Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus: Editus, 293p. Acesso em 12 junho de 2019, em http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2015/conceitos_de_bacias.pdf.

Souza, N. S.; Cardoso, J. M. S.; Souza, W. J.; Santos, J. Y. G.; Santos, P. S. (2015). Análise das características morfométricas e de susceptibilidade a enchentes da sub-bacia do Rio das Fêmeas, Oeste da Bahia com uso de Geotecnologias. Acesso em 08 junho de 2019, em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0376.pdf>.

Tonello, K. C.; Dias, H. C. T; Souza, A. L.; Ribeiro, C. A. A. S; Leite, F. P (2006). Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG. *Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 5, p.849-857. Acesso em 22 outubro de 2019, em <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n5/a19v30n5.pdf>.

Trajano, S. R. R. da S.; Spadotto, C. A.; Holler, W. A.; Daltio, J.; Martinho, P. R. R.; Fois, N. S.; Santos, B. B. de O.; Toschi, H. H.; Lisboa, F. S. (2012). Análise Morfométrica de Bacia Hidrográfica – Subsídio à Gestão Territorial Estudo de caso no Alto e Médio Mamanguape. Acesso em 22 outubro de 2019, em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstreamAnaliseMorfometrica.pdf>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Josiano Josiel Rodrigues Silva – 25%

Gisely de Assis Oliveira – 25%

Eliane Maria Vieira – 25%

Ana Carolina Vasques Freitas – 25%