

**PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS E USO E
OCUPAÇÃO DO SOLO DE DUAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS NA ZONA DA MATA MINEIRA**
**MORPHOMETRIC PARAMETERS AND LAND USE AND
AND LAND USE AND OCCUPATION OF TWO
WATERSHEDS IN ZONA DA MATA MINEIRA**

Henrique de Andrade Cenachi¹ 

Diego Nicomedes da Silva² 

Eleidimar Reginaldo³ 

Adriana de Paula Rocha⁴ 

Herly Carlos Texeira Dias⁵ 

Resumo: Bacias hidrográficas são áreas delimitadas por divisores topográficos na qual toda a água que cai nessa área irá escoar para um único ponto em comum. Para se conhecer a bacia hidrográfica são calculados parâmetros morfométricos (características geométricas, do relevo e rede de drenagem). A caracterização da bacia possibilita aos gestores conhecê-la, auxiliando-os nas tomadas de decisões. O trabalho teve como objetivo determinar os parâmetros morfométricos de duas bacias hidrográficas de Viçosa-MG, permitindo mensurar qual bacia é mais suscetível a enchentes e quantificar o uso e ocupação do solo das bacias. Para a realização do trabalho foram utilizados os softwares QGIS e Microsoft Excel®. Foram escolhidas duas bacias com áreas aproximadas. Os resultados obtidos mostraram que a Bacia do Córrego Silvestre possui Área (A): 12,02 km²; Fator de Forma (F): 0,52; Coeficiente de compacidade (Kc): 1,69; Índice de circularidade (IC): 0,35; Altitude máxima (Zmax): 821m e Densidade de drenagem (Dd): 2,25 km km⁻². Já para uso e ocupação do solo a bacia possui 17,19% de área de floresta, 79,05% agropecuária, 3,61% área urbanizada. A Bacia Córrego dos Nobres os valores são: Área (A): 12,26 km²; Fator de Forma (F): 0,37; Coeficiente de compacidade (Kc): 1,81; Índice de circularidade (IC): 0,30; Altitude máxima (Zmax): 887m e Densidade de drenagem (Dd): 2,41 km km⁻². Os resultados para uso e ocupação do solo foram de 39,90% de floresta, 60,03% agropecuária. Apesar de áreas aproximadas as bacias possuem formas, relevo, uso e ocupação do solo diferentes consequentemente comportamentos hidrológicos não análogos. Os dados encontrados demonstram que a Bacia do Córrego Silvestre apresenta maior suscetibilidade a enchentes. A Bacia Córrego Silvestre se encontra mais degradada, com poucos remanescentes florestais. A morfometria diferenciada entre as bacias evidencia a necessidade de um manejo específico para cada uma.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica. Meio Ambiente. Suscetibilidade a enchente. QGIS

Abstract: Watersheds are areas delimited by topographic dividers in which all the water that falls in this area will flow into a single common point. To know the watershed morphometric parameters are calculated (geometric characteristics, relief and drainage network). The characterization of

¹ Mestrando em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa (UFV), henrique.cenachi@ufv.br

² Pós-graduando - Especialista em Engenharia Geotécnica, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC MINAS), diegonicomedes26@gmail.com

³ Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa (UFV), eleidimar.reginaldo@ufv.br

⁴ Graduanda em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Viçosa (UFV), adriana.rocha@ufv.br

⁵ Doutor, Universidade Federal de Viçosa (UFV), herly@ufv.br

the watershed enables managers to know it, helping them in their decision making. This work aimed to determine the morphometric parameters of two watersheds in Viçosa-MG, allowing to measure which watershed is more susceptible to flooding and to characterize the use and land cover of the watersheds. The software QGIS and Microsoft Excel® were used to perform the work. Two basins with approximate areas were chosen. The results showed that the Silvestre Creek watershed has Area (A): 12.02 km²; Shape factor (F): 0.52; Compactness coefficient (Kc): 1.69; Circularity index (CI): 0.35; Maximum altitude (Zmax): 821m and Drainage density (Dd): 2.25 km km⁻². Regarding the use and occupation of the soil, the basin has 17.19% forest area, 79.05% agriculture and cattle raising and 3.61% urbanized area. The values for the Corrego dos Nobres basin are: Area (A): 12.26 km²; Shape factor (F): 0.37; Compactness coefficient (Kc): 1.81; Circularity index (CI): 0.30; Maximum altitude (Zmax): 887m and Drainage density (Dd): 2.41 km². The results for land use and occupation were 39.90% forest, 60.03% agriculture and cattle ranching. Despite their approximate areas, the basins have different forms, relief, land use and occupation, and consequently different hydrological behaviors. The data found show that the Silvestre Creek basin presents greater susceptibility to flooding. The Silvestre Creek basin is more degraded, with few forest remnants. The different morphometry between the basins shows the need for a specific management for each one.

Keywords: Watershed. Environment. Flood susceptibility. QGIS

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as bacias hidrográficas vêm passando por profundas transformações, por meio da influência quantitativa e qualitativa direta e indireta do ser humano, principalmente, nos processos hidrológicos (RAIOL et al., 2022). Infelizmente, a falta de conhecimento das características das bacias hidrográficas proporciona uma gestão ineficiente dos recursos hídricos (SOARES, et al., 2016).

Bacias hidrográficas são áreas delimitadas por divisores topográficos, onde toda água precipitada irá convergir para um ponto em comum no exultório (DE OLIVEIRA et al., 2021, FERRAZ; LIMA, 2022, BRUM et al.,2022). Sendo um sistema físico, a entrada é o volume de água precipitado proveniente das chuvas e a saída é o volume de água escoado até um determinado ponto em comum em um sistema de drenagem (ROCHA; SANTOS, 2018, RAJASEKHAR et al., 2020).

Estudos de bacias hidrográficas são antigos, porém estão evoluindo concomitantemente com a disponibilização de novas tecnologias, como por exemplo, os Sistemas de Informação geográfica (SIG) (FARIA et al., 2018). O crescimento e avanço de novas ferramentas de geoprocessamento têm contribuído para o aumento de estudos, a delimitação automática e obtenção de suas características aumentam a rapidez e a confiabilidade dos resultados

(ALMEIDA et al., 2017). O uso de SIGs são importantes em estudos que envolvem planejamento e gestão ambiental (FIORESE et al., 2019).

O Modelo Digital de Elevação (MDE) é uma das bases de dados utilizadas pelo SIG (CAMPOS et al., 2019). A utilização de MDEs' possibilita a execução de diferentes estudos, como altimetria, gerar mapas de declividade, hipsometria (CÂMARA et al., 2001). Sendo uma representação matricial da superfície terrestre, cada pixel do MDE apresenta um valor de elevação referente a média da altitude correspondente a toda a área do pixel (FILGUEIRAS et al., 2018).

Para caracterizar as bacias hidrográficas são feitas análises dos parâmetros morfométricos. O SIG tem objetivo de facilitar a determinação desses parâmetros (SILVA, 2019). Os parâmetros são quantitativos, mensuram as características geométricas da bacia hidrográfica e da rede de drenagem do relevo, permitindo inferir sobre o comportamento hidrológico, auxiliando na compreensão da sua dinâmica fluvial (RUTZ; MEURER, 2014), possibilitando aos gestores conhecê-la, auxiliando-os nas tomadas de decisões. Conhecer as características físicas e os diferente tipos de uso do solo são fundamentais para o desenvolvimento de políticas que auxiliem no planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas (VALE; BORDALO, 2020).

O trabalho teve como objetivo determinar os parâmetros morfométricos de duas bacias hidrográficas de Viçosa-MG, permitindo mensurar qual bacia é mais suscetível a enchentes e quantificar o uso e ocupação do solo das bacias.

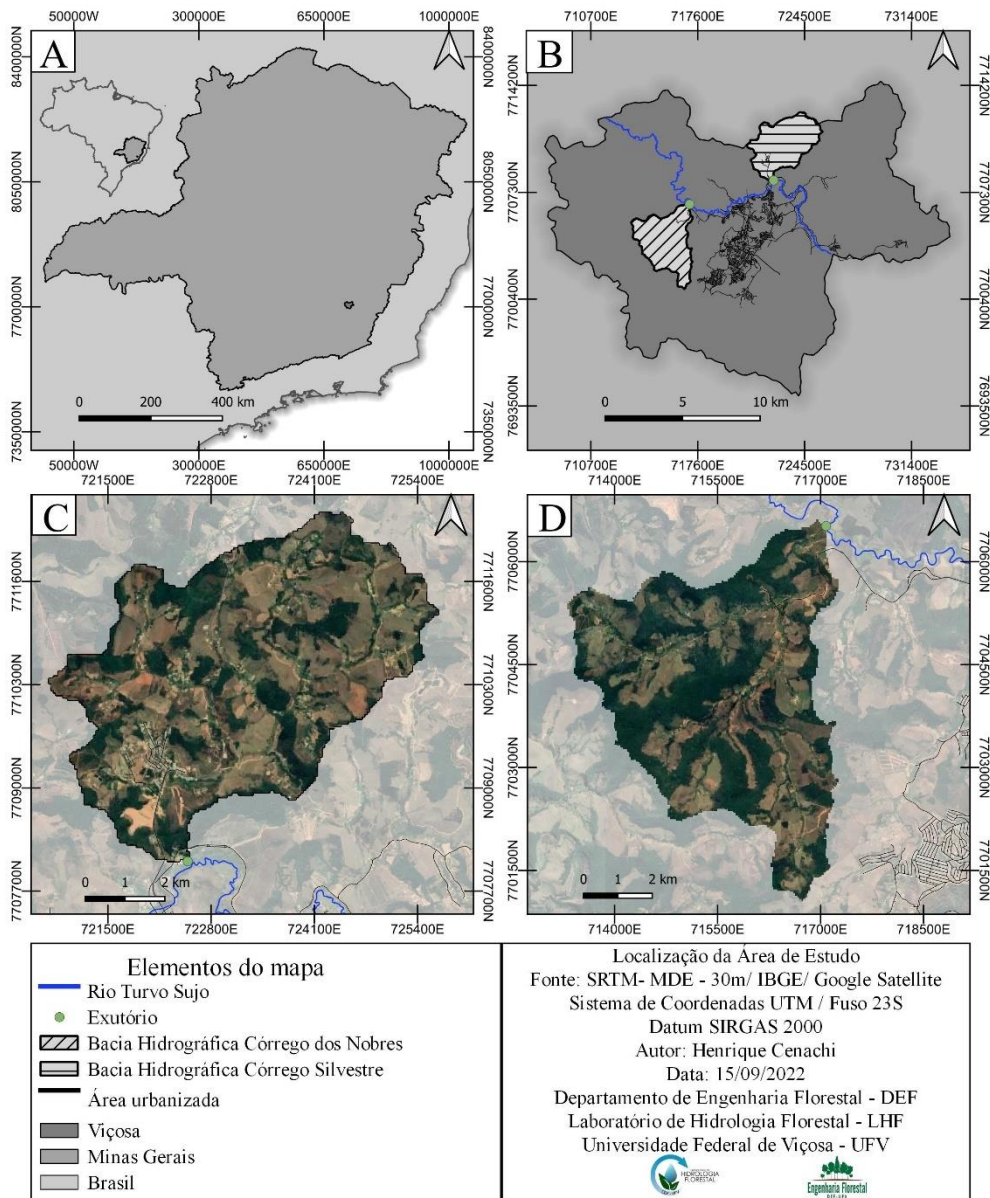
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

As bacias hidrográficas estão inseridas no município de Viçosa, localizada no Estado de Minas Gerais, Brasil (A) (Figura 1). O município de Viçosa (B) está inserido em sua totalidade na Bacia Hidrográfica do Rio Turvo Limpo pertencente a Bacia do Rio Piranga, que por sua vez, está inserida na Bacia do Rio Doce.

As bacias escolhidas foram a Bacia Córrego Silvestre (C) e Bacia Córrego dos Nobres (D) em decorrência da similaridade no tamanho da área de drenagem.

Figura 1 - Localização da área de estudo. Brasil, Minas Gerais (A), Viçosa (B), Bacia Córrego Silvestre (C), Bacia Córrego dos Nobres (D).



Fonte: Dos autores

2.2 Aquisição e processamento de dados

Para a caracterização morfométrica e hidrológica foram gerados mapas a partir de imagens de Modelo Digital de Elevação-MDE. O MDE utilizado foi obtido pela missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), proveniente de uma parceria entre National Imagery and Mapping Agency (NIMA) e a National

Aeronautics and Space Administration (NASA) (EMBRAPA TERRITORIAL, 2022).

O MDE com resolução espacial 30x30 m foi obtido diretamente no software QGIS através do plugin *SRTM-Downloader* para a área de interesse. O MDE foi reprojetoado para o Sistema de Coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum SIRGAS 2000, Fuso 23S, em seguida, suas possíveis falhas foram preenchidas com uso da ferramenta '*FillSinks Wang & Liu*'.

Com o MDE corrigido foi possível a obtenção da hidrografia numérica. A hidrografia foi obtida segundo a metodologia de Strahler (1952), em que os canais de cabeceira são classificados em primeira ordem já que não apresentam tributários. Os canais de segunda ordem são derivados da confluência de canais de primeira ordem e os demais seguem essa mesma lógica. Os canais hidrográficos foram obtidos através do comando '*strahler order*'. Na aba simbologia é possível deixar apenas ordens de canais de interesse. Por meio do plugin da ferramenta '*Coordinate Capture*' foi determinado as coordenadas do exutório e através da ferramenta '*upslope area*' a demarcação da bacia.

2.3 Determinação dos parâmetros morfométricos

Dividido em características geométricas, do relevo e da rede de drenagem, com as bacias demarcadas, foram realizados os cálculos morfométricos. As características geométricas calculadas foram: Área de drenagem (Km²), Perímetro (Km), Comprimento axial da bacia (km), Coeficiente de compactidade, Fator de forma e Índice de circularidade. Para caracterização do Relevo foram calculados a Declividade máxima (%), Declividade média (%), Declividade mínima (%), Altitude máxima (m), Altitude média (m), Altitude mínima (m), Amplitude altimétrica (m), razão de relevo (m/km). Já as características da Rede de Drenagem foram o Comprimento total dos canais (km), Comprimento do canal principal (km), Densidade de drenagem (km km⁻²) e a Ordem.

O comprimento do eixo da bacia (L) (km), foi a maior distância medida, em linha reta, entre o ponto mais distante da bacia e a sua foz (RUTZ; MEURER, 2014), calculado através da ferramenta '*medir - linha*'.

A área de drenagem (A) em Km², representa o total drenado pelo sistema fluvial (RUTZ; MEURER, 2014) e o perímetro (P) dado em Km, compreende o

comprimento de uma linha imaginária ao longo do divisor de águas (TONELLO, 2006), ambas calculadas pela calculadora de campo, '\$area' e '\$perimeter'.

O fator de forma (F), relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão) (VILLELA; MATTOS, 1975), sendo determinado pela Equação 1.

$$F = A / L^2$$

(1)

em que: F = fator de forma (adimensional); A = drenagem em km²; L = comprimento do eixo da bacia em Km.

O Coeficiente de compacidade (K_c), relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual ao da bacia (CARDOSO ET AL., 2006). Quanto mais irregular for a bacia maior será o coeficiente e quanto maior o coeficiente em relação a unidade de referência (1), mais distante da forma circular será a bacia (VILLELA; MATTOS, 1975). O índice foi determinado pela Equação 2.

$$K_c = 0,28PA$$

(2)

em que: K_c = coeficiente de compacidade (adimensional); P = perímetro em km; A = área de drenagem em km².

Índice de circularidade (IC), conjuntamente ao coeficiente de compacidade, tende para unidade à medida que a bacia se aproxima a forma circular e diminui à medida que a forma se torna alongada (TEODORO, 2015). Segundo a equação descrita por Cardoso et al. (2006), pode-se calcular o Índice de circularidade, que quanto mais próximo de 1 mais circular é a forma da bacia. O cálculo foi realizado pela Equação 3.

$$IC = 12,57 * (A / P^2)$$

(3)

em que: IC = índice de circularidade (adimensional); A = área de drenagem em km²; P = perímetro km.

A razão de relevo é a relação entre amplitude altimétrica (m) e o comprimento do canal principal (km), à medida que aumenta o seu valor

aumenta-se o desnível entre a nascente e a foz assim como a declividade média da bacia (SCHUMM, 1956). Utiliza-se a Equação 4.

$$Rr = H/Lc$$

(4)

em que: Rr = razão de relevo em m/km; H = amplitude altimétrica em m; Lc = comprimento do canal principal em km.

Amplitude altimétrica é a diferença entre os valores da altitude máxima (m) e a altitude mínima (m) (STRAHLER, 1952) foi determinada pela Equação 5.

$$H = Z_{max} - Z_{min}$$

(5)

em que: Z_{max} = altitude máxima em m; Z_{min} = altitude mínima em m.

A densidade de drenagem, corresponde à razão entre o comprimento total dos rios da bacia e a sua área de drenagem, sendo expressa em km/km² (HORTON, 1945) foi determinada pela Equação 6.

$$Dd = Lt/A$$

(6)

Em que: Dd = densidade de drenagem em Km/km²; Lt = comprimento total dos rios em Km; A = área de drenagem em km².

A declividade corresponde à inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal (BRUM et al., 2022). A hipsometria representa graficamente o relevo médio da área da bacia (SOARES; GALVÍNCIO, 2020), mostrando a variação altimétrica facilitando o entendimento do relevo, dos limites e elevações (VASCONCELOS, 2022). O mapa hipsométrico gerado é uma técnica de representação da elevação do terreno utilizando tonalidade de cores diferentes (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2022). As altitudes, declividades máximas, médias e mínimas foram obtidas pelo MDE. O mapa de declividade gerado foi reclassificado em intervalos de acordo com as faixas estabelecidas pela Embrapa. A declividade segue a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, sendo agrupada em 6 intervalos de declividade (SANTOS et al., 2018) (Tabela 1).

Tabela 1 - Classes de declividade segundo Embrapa (1979)

Declividade (%)	Descriminação
0 - 3	Relevo Plano
3 - 8	Relevo Suave Ondulado
8 - 20	Relevo Ondulado
20 - 45	Relevo Forte Ondulado
45 - 75	Relevo Montanhoso
> 75	Relevo Escarpado

Fonte: Santos et al. (2018).

2.4 Mapeamento do uso e ocupação do solo

Dados de uso e ocupação do solo foram obtidos do projeto MapBiomias (2021 - Coleção 7). O MapBiomias disponibiliza anualmente mapas de resolução espacial de 30x30 de forma gratuita (<https://mapbiomas.org/>). Os dados obtidos foram processados em software QGIS para as áreas em estudo.

3. RESULTADOS

3.1 Características Morfométricas

Os resultados obtidos da caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego dos Nobres e da Bacia Silvestre são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Características morfométricas das Bacias Hidrográficas do Córrego dos Nobres e Córrego Silvestre, Viçosa-MG

Características Geométricas	Sigla	Bacia	
		Nobres	Silvestre
Área de drenagem (Km ²)	A	12,26	12,02
Perímetro (Km)	P	22,65	20,92
Comprimento axial bacia (km)	L	5,75	4,80
Coefficiente de compactidade	Kc	1,81	1,69
Fator de forma	F	0,37	0,52
Índice de circularidade	IC	0,30	0,35
Características do Relevo			
Declividade máxima (%)	Dmax	86,65	39,98
Declividade média (%)	Dmed	28,44	13,10
Declividade mínima (%)	Dmin	0	0
Altitude máxima (m)	Zmax	887,00	821,00
Altitude média (m)	Zmed	726,00	717,39
Altitude mínima (m)	Zmin	624,00	637,25
Razão de Relevo (m/km)	Rr	160,37	49,66
Amplitude altimétrica (m)	H	263,00	183,73
Características da Rede de Drenagem			
Comprimento total canais (km)	Lt	29,50	27,05
Comprimento canal principal (km)	Lc	1,64	3,70
Densidade de drenagem (km km ⁻²)	Dd	2,41	2,25
Ordem	-	7 ^a	6 ^a

Fonte: Dos autores

A Figura 2 apresenta o mapa de declividade para a Bacia Córrego dos Nobres, e a Figura 3 para a Bacia Córrego Silvestre.

Figura 2 - Mapa de declividade para a Bacia Córrego dos Nobres

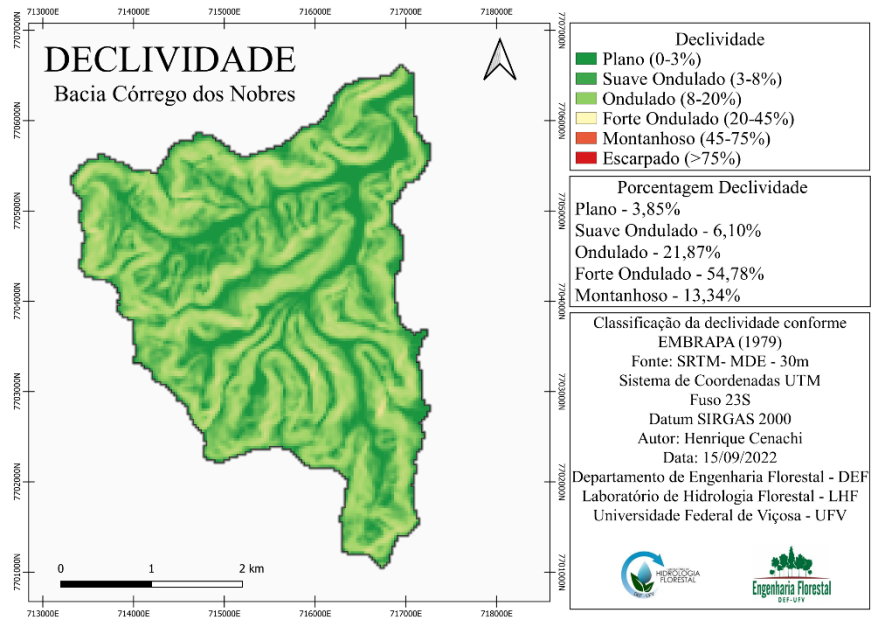
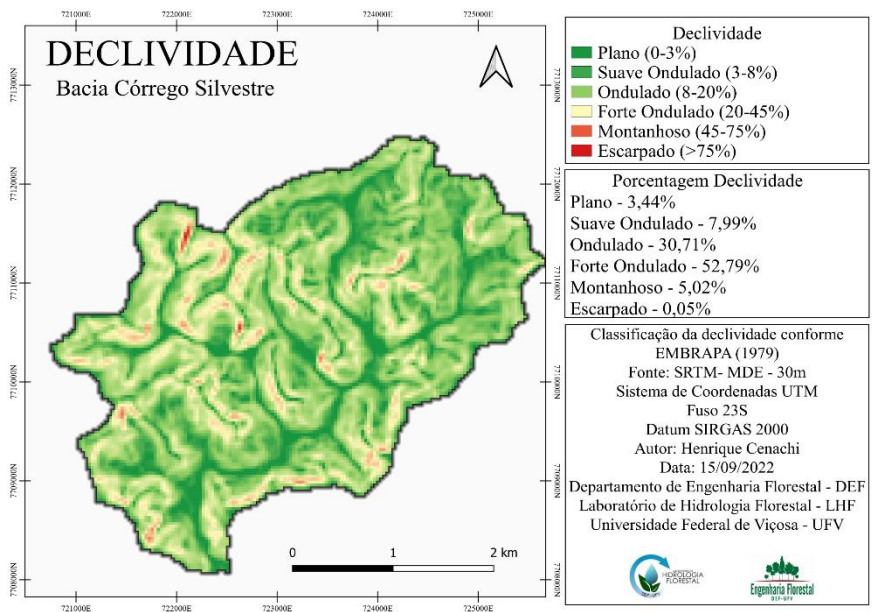


Figura 3 - Mapa de declividade para a Bacia Silvestre



A seguir, é apresentado a hipsometria da Bacia Córrego dos Nobres (Figura 4) e para a Bacia Córrego Silvestre (Figura 5).

Figura 4 - Mapa hipsométrico para a Bacia Córrego dos Nobres

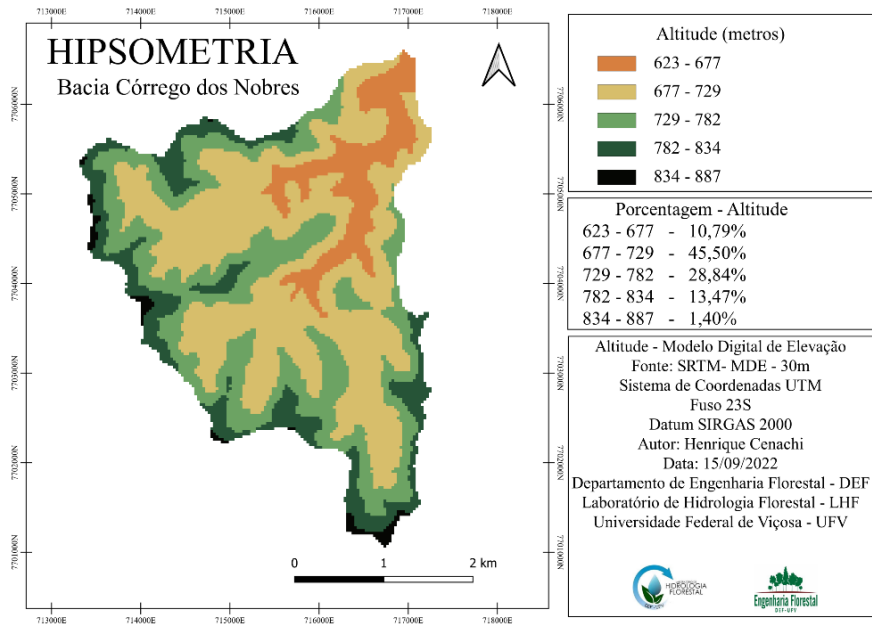
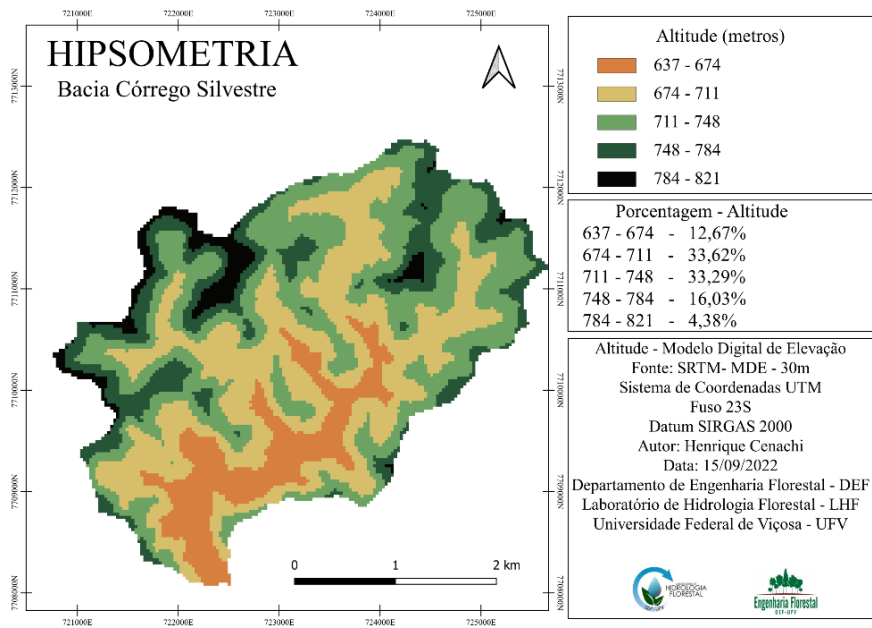


Figura 5 - Mapa hipsométrico para a Bacia Córrego Silvestre



3.2 Uso e ocupação do solo

Os mapas de uso e ocupação do solo para a Bacia Córrego dos Nobres é apresentado na Figura 6 e para a Bacia Córrego Silvestre na Figura 7.

Figura 6 - Mapa de uso e ocupação do solo para a Bacia Córrego dos Nobres

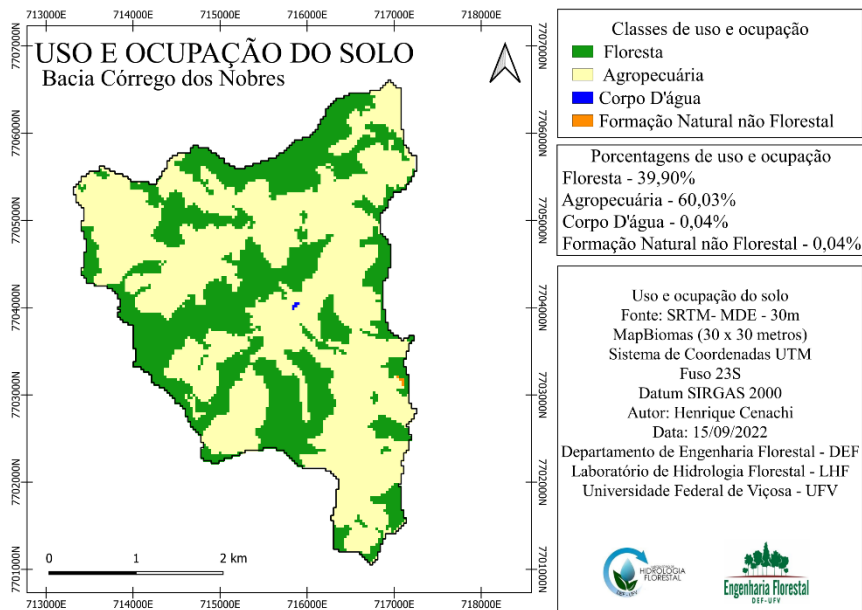
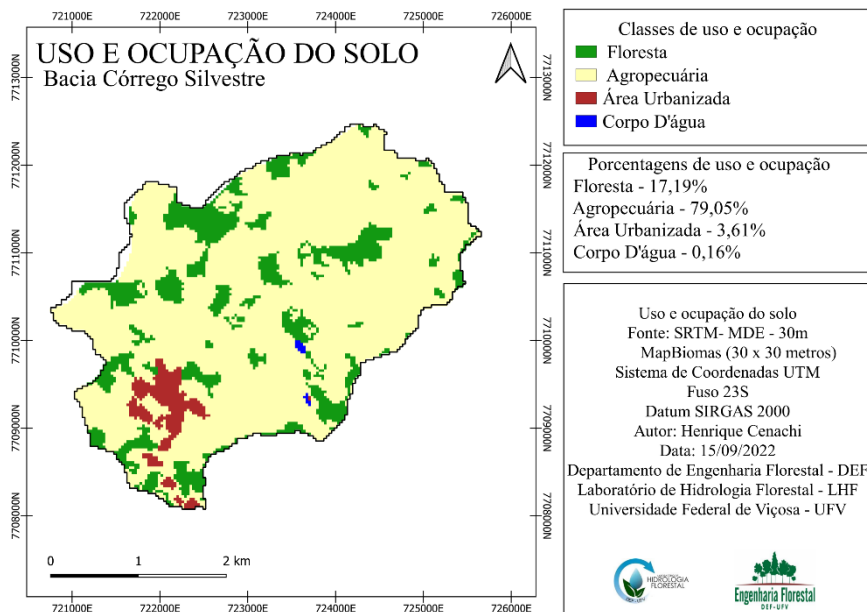


Figura 7 - Mapa de uso e ocupação do solo para a Bacia Córrego Silvestre

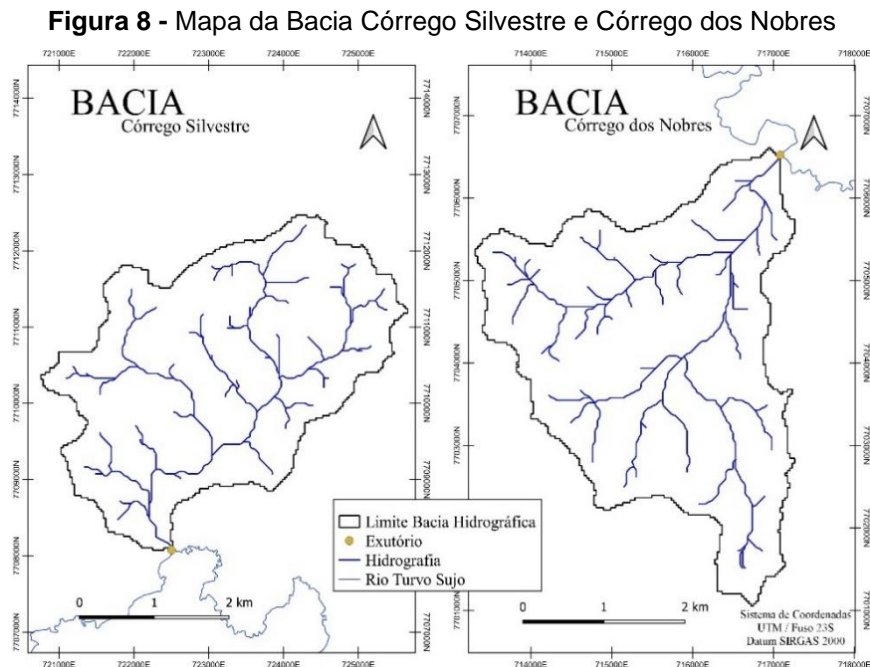


4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os parâmetros K_c e F , permitiram concluir que a Bacia do Córrego Silvestre é mais propensa a enchentes. Em bacias com valores de K_c próximos a 1, há maior susceptibilidade a enchentes, enquanto

valores mais afastados de 1 são atribuídos a bacias com menor propensão a enchentes (SOUZA et al., 2015).

A Bacia Córrego dos Nobres apresentou forma mais irregular, comprovado pelo valor baixo de F (0,37), pois valores menores que 0,5 indicam bacias alongadas, valores mais altos que 0,5 indicam bacias circulares (MELLO; SILVA, 2013). A forma da bacia é indicadora do tempo de chegada das águas precipitadas nas partes altas no rio principal, sendo que bacias circulares estão mais propensas a enchentes e inundações nas porções mais baixas (TRETIN; ROBAINA, 2005). Na Figura 8, é possível notar que a Bacia Córrego do Silvestre tem uma forma mais circular do que a Bacia do Córrego dos Nobres. O formato alongado ou irregular da bacia demonstra uma menor possibilidade de precipitações intensas cobrirem ao mesmo tempo toda a área de drenagem da bacia, diminuindo a probabilidade de grande quantidade de água vinda de diferentes tributários contribuírem, simultaneamente, à calha principal, reduzindo o risco de aumento de vazão acima da quantidade suportada pelo canal (OLIVEIRA et al., 2010, FRAGA et al., 2014).



O sistema de drenagem, de acordo com a hierarquia de Strahler (1952), apresentou grau de ramificação de sexta e sétima ordem para as Bacias Córrego Silvestre e Córrego dos Nobres, respectivamente. Quanto mais ramificado for o

sistema de drenagem da bacia, mais eficiente é a drenagem (TONELLO et al., 2006). Os resultados da análise indicaram que a Bacia Córrego Silvestre tem densidade de drenagem relativamente menor do que a Bacia Córrego dos Nobres. O índice Dd pode variar de 0,5 km/km² em bacias com drenagem pobre a 3,5 ou mais em bacias bem drenadas (VILLELA; MATTOS, 1975), portanto, ambas as bacias apresentam baixa capacidade de drenagem. Uma bacia com baixa densidade de drenagem está relacionada à uma área maior de contribuição em relação às quantidades menores de canais presentes (FRAGA et al., 2014).

O mapa de hipsometria considerou cinco intervalos de cotas altimétricas, com valores de 623 a 887 metros na Bacia Córrego dos Nobres e de 637 a 821 metros na Bacia Córrego Silvestre. Na Bacia Córrego dos Nobres, a maior parte do território (45,50%) está concentrada em áreas com cotas de altitudes entre 677 e 729 metros, já a Bacia Córrego Silvestre tem 33,62% do território na altitude 671 a 711 metros. A hipsometria é importante para a compreensão da energia no relevo, pois devido as diferentes altitudes encontradas, áreas com maiores altitudes podem apresentar dissecação e áreas de menor altitude acumulação (TRETIN; ROBAINA, 2005).

A razão de relevo permite concluir que ocorre um desnível de 160,37 m no relevo a cada 1 km na Bacia Córrego dos Nobres e de 49,66 m na Bacia Córrego do Silvestre. Quanto maior os valores mais acidentados é o relevo predominante na região (CARVALHO, 1981). A maior parte do relevo das bacias (54,78% na Bacia do Córrego Nobres e 52,79% na Bacia Córrego Silvestre) são classificados como forte ondulado. A declividade acentuada dos terrenos afetam fortemente as perdas de solo e água, à medida que se aumenta a declividade há o aumento do volume e velocidade das águas nas encostas, esse processo interfere na relação entre taxas de infiltração e de escoamento superficial que favorecem a rápida concentração das águas no canal principal (FIORESE et al., 2019, SILVA et al., 2022; GOMES et al., 2020), que associados a ausência de cobertura vegetal e as altas intensidades de precipitação podem intensificar a ocorrência de enchentes próximas a foz (TONELLO et al., 2006). É importante observar qual cultura é mais adequada para cada declividade, já que a

declividade é um fator restritivo para o enquadramento do uso e ocupação do solo (AIRES et al., 2017).

As características topográficas, cobertura vegetal presentes nas bacias hidrográficas podem interferir na dinâmica do ciclo hidrológico (SILVA et al., 2018). Nas últimas décadas, o processo de ocupação dos solos por culturas agrícolas, pastagens e cidades tem provocado mudanças drásticas nas paisagens naturais, (VIEIRA et al., 2018; MATRICARDI et al., 2019). O uso e a ocupação do solo demonstraram que a Bacia Córrego dos Nobres possui área de floresta superior a Bacia Córrego Silvestre, apresentando 39,90 % florestal nativa de 39,90%), já a Bacia Córrego Silvestre apresentou apenas 17,19%. ambas bastante fragmentadas. O município de Viçosa apresenta uma paisagem bastante fragmentada em decorrência do seu histórico produtivo (MELLO, 2002). O que chama a atenção é a área ocupada por atividades agropecuárias, ambas acima de 50%. Agropecuária feita de forma intensiva, com o uso e manejo realizados na maioria das vezes de forma incorreta, na qual há a substituição da cobertura vegetal nativa por outros usos, favorecem o processo de degradação do solo e dos recursos hídricos (FALCÃO; LEITE, 2018). Desde a sua origem, Viçosa, teve a agropecuária como base de suas economias (DE LIMA, 2005). Mudanças na cobertura vegetal natural em atividades agropecuárias extensivas proporcionam aumento dos processos erosivos, conseqüentemente redução na capacidade da produção do solo (SANTOS et al., 2020). Pastagens degradadas apresentam maiores valores de resistência do solo a penetração e menores valores de velocidade de infiltração quando comparados com outros ambientes (FURQUIM, 2020). A Bacia do Córrego Silvestre tem como agravante a ocorrência de urbanização próxima a foz da bacia. A impermeabilização do solo em áreas urbanas favorece o aumento da velocidade de escoamento superficial, diminuindo o tempo de concentração favorecendo o aumento da vazão de pico agravando problemas de enchentes e inundações (ANSCHAU et al., 2018).

É interessante destacar que não se deve avaliar características de forma isolada das bacias para a quantificação de enchentes (ALMEIDA et al., 2017). Deve-se utilizar de uma metodologia que seja capaz de agregar o maior número de variáveis, sejam elas de caráter quantitativo e/ou qualitativo com o objetivo

de assegurar a real situação da área podendo assim aferir sobre o comportamento hidrológico da bacia (ÁVILA et al., 2017).

5. CONCLUSÕES

O software QGIS mostrou uma ferramenta eficiente na obtenção dos parâmetros morfométricos e caracterização do uso e ocupação do solo.

Os resultados dos parâmetros morfométricos IC, F e Kc indicam que, sob condições naturais, a Bacia do Córrego Silvestre é mais propensa a enchentes.

As atividades agropecuárias são predominantes em ambas as bacias. A Bacia Córrego Silvestre encontra-se mais degradada do que a Bacia Córrego dos Nobres, com poucos remanescentes florestais, com expansão urbana significativa.

Há o predomínio de relevo forte ondulado com poucas áreas planas, terrenos muito acidentados favorecem o escoamento superficial diminuindo a infiltração de água no solo.

Apesar de áreas aproximadas, as bacias possuem diferenças em sua forma, no relevo e no uso e ocupação do solo conseqüentemente apresentam comportamentos hidrológicos diferentes. A morfometria diferenciada entre as bacias evidencia a necessidade de um manejo específico para cada uma.

Sendo assim é necessário incluir na avaliação de suscetibilidade de enchentes e inundações fatores topográficos, características da drenagem e de uso e ocupação do solo de forma a contribuir para uma melhor caracterização da área de estudo, proporcionando aos gestores informações mais confiáveis a respeito do potencial de enchentes das bacias. Salientamos a necessidade de visitas in loco para a correta tomada de decisão pelos gestores.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Hidrologia Florestal – LHF da UFV por todo apoio logístico e infraestrutura. À Capes – Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS

- AIRES, U. R. V.; REZENDE, C. H. S.; SILVA, J. L. A.; CAMPOS, J. A.; SANTOS, C. A. Capacidade do uso da terra: um estudo de caso em uma microbacia do rio Piracicaba, MG. **Nativa**, 5(6), 402-409, 2017. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v5i6.4405>
- ALMEIDA, L.T.; ABREU, M.C.; FRAGA, M.S.; SILVA, D.D.; CECÍLIO, R.A. Aspectos morfométricos relacionados ao estudo de enchentes na bacia do rio Sapucaí, Minas Gerais. **Nativa**, v. 5, n. 3, p. 169-174, 2017. DOI: 10.5935/2318-7670.v05n03a03
- ANSCHAU, A. R.; RECKZIEGEL, T.; SILVEIRA, F.; MACHADO, F. M.; AMARAL, F. G. Avaliação da Expansão Urbana e seu Impacto na Dinâmica de Escoamento Superficial da Bacia Hidrográfica do Arroio Itaquarinchim de Santo Ângelo – RS. **Revista Engevista**, v. 20, n. 5, p. 772-791, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22409/engevista.v20i5.18025>
- ÁVILA, B.T.; ALMEIDA NETO, J. O.; FELIPPE, M. F. Suscetibilidade morfométrica a inundações nas bacias hidrográficas tributárias do rio do Peixe, Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Formação (Online)** Vol. 1; n. 24, Jan-abril/2017; p. 153-181. DOI: <https://doi.org/10.33081/formacao.v1i24.4905>
- LOVATO BRUM, M.; POHLMANN VELASQUEZ, R.; LEMES ERTHAL, G.; BASSOTTO MORETI, G.; SWAROWSKY, A. Influência da geomorfologia do terreno na tomada de decisão: a bacia hidrográfica do Rio Conceição – RS. **Tecno-Lógica**, v. 26, n. 2, p. 211-218, 14 out. 2022. DOI: <https://10.17058/tecnolog.v26i2.17802>
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2001. 57p.
- CAMPOS, M. M.; PAES, R. P.; SILVA, A. R. C. B.; FANTIN-CRUZ, I. Precisão do modelo digital de elevação (SRTM-Topodata) com base em dados de projetos de aproveitamentos hidrelétricos. **Nativa**, 7(2), 184-188. (2019). DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v7i2.6356>
- CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. **Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/11425>>. Acesso em 20 ago 2009.
- CARVALHO, W. A. Relações entre relevos e solos da bacia do rio Capivara - município de Botucatu, SP. Botucatu, 1981. 193 p. (Tese de Livre-docência) - FCA/UNESP, 198
- DE LIMA, É. F. Meio ambiente e mudanças na paisagem: contextualização das segregações ambientais no bairro Nova Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 2005. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.
- DE OLIVEIRA, J. D.; DE SOUSA, J. B.; DE SOUZA, C. A. Unidades geoambientais da bacia hidrográfica do rio Branco no sudoeste do estado de Mato Grosso. **Revista Equador**, v. 10, n. 2, p. 183-206, 2021. DOI: <https://doi.org/10.26694/equador.v10i2.12761>
- EMBRAPA TERRITORIAL. **Satélites de Monitoramento**. Campinas, 2018. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento> >. Acesso em: 25 set 2022
- FALCÃO, K. dos S.; LEITE, E. F. Avaliação do potencial natural à erosão hídrica na bacia do rio Nioaque. **Revista Geoaraguaia**, v. 8, n. 3, p.79-97, dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/7792>>. Acesso em: 12 out 2022.
- FARIA, M. M.; BARROS, K. O.; BRITO, C. R. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio dos Bagres, Guiricema, MG. p. 1-10, 2018.

FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P. **Hidrologia Florestal Aplicada - Planejando as Interações entre a Floresta e a Água**. 1 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2022, 320p.

FILGUEIRAS, R.; RAMOS, M. C. A.; RIBEIRO, R. B.; GENEROSO, T. N.; DÁVILA, A. E.; GALVÃO, J. D. L. Produtos SRTM e RTC na caracterização morfométrica e topográfica: uma abordagem comparativa. **Nativa**, v.6, n.1, p.47-55. (2018). DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v6i1.4511>

FIORESE, C. H. U.; CARVALHO, J. A.; BATISTA, A. M. S.; JEFFERSON, G. B.; TORRES, H. Levantamento da perda de solo atual por erosão hídrica do município de Cachoeiro de Itapemirim (ES). **Cadernos Camilliani**, v. 16, n. 3, p. 1525-1546, out. 2019. Disponível em: <<https://www.saocamilo-es.br/revista/index.php/cadernoscamilliani/article/view/415>>. Acesso em: 12 out. 2022.

FRAGA, M. S.; FERREIRA, R. G.; SILVA, F. B.; VIEIRA, N. P. A.; SILVA, D. P.; BARROS, F. M.; MARTINS, I, S, B. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. **Nativa**, v. 2, n. 4, p. 214-218, 2014. DOI: <https://10.31413/nativa.v2i4.1785>

FURQUIM, C, L.; SOUZA, E. J.; SILVA, N.F.; NUÑEZ, D.N.C.; CABRAL, J.S.R.; SANTINI, J.M.K.; LEÃO, B. C. S.; STONE, F. Infiltração de água e resistência do solo à penetração em sistemas de cultivos integrados e em área de pastagem degradada. **ColloquiumAgrariae**. v.16, n.5, p.82–95. 2020. DOI: <https://10.5747/ca.2020.v16.n5.a397>

GOMES, C.; PISCOYA, V. C.; CAVALCANTE, D. M.; SANTOS, I. G. O.; CANTALICE, J. R. B. Bacia hidrográfica do riacho Exú, semiárido pernambucano: caracterização hidro-morfológica. **Ciência Agrícola**, v. 18, n. 3, p. 37-42, 2020. DOI: <https://doi.org/10.28998/rca.v18i3.10568>

HORTON, R.E.. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, 56 (3): 275-370. 1945.

MATRICARDI, E. A. T.; MENDES, T. J.; PEREIRA, E. M., VASCONCELOS, P. G. A., ÂNGELO, H., COSTA, O. B. Dinâmica no uso e cobertura da terra na região do Matopiba entre 2000 e 2016. **Nativa**, v.7, n.5, p. 547-555. 2019. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v7i5.7391>

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. **Hidrologia: Princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. Lavras: Editora UFLA, 2013. 455p.

MELLO, F. A. O. Analysis of the urban landscape formation process of Viçosa, Minas Gerais. 120 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal; Meio Ambiente e Conservação da Natureza; Silvicultura; Tecnologia e Utilização de) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

NASCIMENTO, P. S. R.; OLIVEIRA, K. S. Análise espaço-temporal da ocorrência de alagamentos em área intensamente urbanizada. **Revista Contexto Geográfico**, v.7, n.14, p.01–15, 2022. DOI: <https://doi.org/10.28998/contegeo.v7i14.13407>

OLIVEIRA, P. T. S.; SOBRINHO, T. A.; STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, D. B. B. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.8, p.819-825, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000800005>

RAIOL, L. L.; FERREIA, M. T.; SANTOS, D. C. R.; HAYASHI, S. N. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Caripi, Zona Costeira Amazônica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 05, p. 2354-2370, 2022. DOI: [10.26848/rbgf.v15.5.p2354-2370](https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.5.p2354-2370)

RAJASEKHAR, M.; RAJU, G. S.; RAJU, R. S. Morphometric analysis of the Jilledubanderu river basin, Anantapur District, Andhra Pradesh, India, using geospatial technologies. **Groundwater for Sustainable Development**, v. 11, p. 100434, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100434>

ROCHA, P. C.; SANTOS, A. A. Análise hidrológica em bacias hidrográficas. **Mercator Fortaleza**, v. 17, p.1-18 2018. DOI: <https://doi.org/10.4215/rm2018.e17025>

RUTZ, E. C.; MEURER, M. Análise dos parâmetros morfométricos da bacia do arroio quilombo (Pelotas-RS) com vistas à compreensão das causas da enxurrada de 28 e 29 de janeiro de 2009. **Revista Geonorte**, v. 10, n. 1, p. 67-71, 2014.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 355p.

SANTOS, L. A. N.; NASCIMENTO, P. S. R.; DE BARROS, G. V. P. Processamento analítico hierárquico no mapeamento da fragilidade ambiental à erosão do solo. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 8, n. 4, p. 275-298, 2020. DOI: <https://10.3895/rbgeo.v8n4.12635>

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage system and slope in badlands of Perth Amboy, New Jersey. **Bulletin of the Geological Society of America** [online] v. 67, p. 597-646, 1956. DOI: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[597:EODSAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[597:EODSAS]2.0.CO;2)

SILVA, G. C.; ALMEIDA, F.; ALMEIDA, R.; MESQUITA, M.; Junior, J. A. (2018). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do riacho Rangel-Piauí, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v.15, n.28, p.244-258. DOI: https://10.18677/EnciBio_2018B22

SILVA, S. O.; LACERDA, S. M. P.; SILVA, V. A. S; OLIVEIRA, J. T.; FRANÇA, L. C. J.; LISBOA, G. S. Caracterização morfométrica da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio dos Monos-Bahia, Brasil. **Conjecturas**, v.22, n.2, p.292–306. 2022. DOI: <https://doi.org/10.53660/CONJ-671-718>

SILVA, T. B. Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado, Bahia, Brasil. **Revista Sertão Sustentável**, v. 1, n. 1, p. 76-82, 2019. Disponível em: <Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado, Bahia, Brasil | Revista Sertão Sustentável (sertaosustentavel.com.br)>. Acesso em: 01 out 2022.

SOARES, G.; GALVÍNCIO, J. Uso do Lidar para avaliar os padrões hídricos de bacias em áreas urbanas: Caracterização fisiográfica da bacia do Rio Beberibe, PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 07, p. 3659-3674, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/249204>>. Acesso em: 02 out 2022.

SOARES, L. S.; LOPES, W. G. R.; CASTRO, A. C. L; ARAUJO, G. M. C. Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 31, n. 1, p. 82-100, 2016. DOI: <https://doi.org/10.11606/rdg.v31i0.107715>

SOUZA, N. S.; CARDOSO, J. M. S.; SOUZA, W. J.; SANTOS, J. Y, G.; SANTOS, P. S. Análise das características morfométricas e de susceptibilidade a enchentes da sub-bacia do Rio das Fêmeas, Oeste da Bahia com uso de Geotecnologias. **Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto–SBSR**, v. 17, p. 1884-1891, 2015.

STRAHLER, A.N. Hypsometric analysis of erosion topography. **Geological Society of America Bulletin**, n. 63, p.111-1141, 1952. DOI: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)

TEODORO, V. L. L.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **ReBraM**, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2015. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236>

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães –MG. **Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019>

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S. Metodologia para mapeamento geoambiental no oeste do Rio Grande do Sul. **XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada 1**, p. 3606-3615. 2005

VALE, J. R. B.; BORDALO, C. A. L. Caracterização morfométrica e do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Rio Apeú, Amazônia Oriental. **Formação (Online)**, v. 27, n. 51, p. 313-335, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33081/formacao.v27i51.6026>

VASCONCELOS, B. R. Análise do uso da terra e da declividade na sub-bacia hidrográfica do Córrego Pombal. **Geofronter**, v.8., p.1-19, 2022. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/6792>>. Acesso: 05 out 2022.

VIEIRA, D. M. S.; Torres, J. L. R.; Santos, S. M. Diagnóstico ambiental e morfometria da microbacia do Córrego Cocal, afluente do Rio Uberaba. **Revista Brasileira De Ciência, Tecnologia e Inovação**, v.3, n.1, p. 53–68. 2018. DOI: <https://doi.org/10.18554/rbcti.v3i1.3102>

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.