



SUSCETIBILIDADE À OCORRÊNCIA DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES A PARTIR DA ANÁLISE MORFOMÉTRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ, ITUIUTABA-MG

Tatiane Dias Alves ¹
Leda Correia Pedro Miyazaki ²

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a suscetibilidade a enchentes e inundações na bacia hidrográfica do Córrego São José, por meio de parâmetros morfométricos, bem como sua propensão a ocorrência de alagamentos. Os procedimentos metodológicos incluem: a) levantamento bibliográfico; b) trabalhos de campo e registros fotográficos; c) elaboração de cartas temáticas de localização da área, hierarquia fluvial, hipsometria e declividade; d) análise morfométrica considerando o índice de circularidade, fator de forma, coeficiente de compacidade, densidade de drenagem e amplitude altimétrica. Os resultados indicam que a bacia do Córrego São José possui 21,61 km² de área de drenagem e perímetro de 35,6 km, sendo considerada de pequeno porte e, em sua maior parte, localizada em área urbana. Os valores obtidos para o coeficiente de compacidade, fator de forma e índice de circularidade sugerem baixa tendência a grandes enchentes e inundações, devido à forma mais alongada da bacia. A hierarquia fluvial é de 4ª ordem, o que indica um sistema razoavelmente ramificado. A densidade de drenagem aponta um desenvolvimento mediano do sistema, possivelmente relacionado à geologia local e ao clima com estação chuvosa bem definida que tende a gerar respostas hidrológicas mais lentas. O relevo suave ondulado e a baixa amplitude altimétrica indicam menor suscetibilidade a processos erosivos, essas características também influenciam na velocidade e a magnitude dos picos de enchentes. Contudo, a intensa urbanização da bacia alterou significativamente sua dinâmica natural, promovendo a impermeabilização das encostas, reduzindo a infiltração da água da chuva e intensificando o escoamento superficial, e em sua concentração nos fundos de vale. Essa condição favorece a ocorrência de enchentes e inundações, além de alagamentos recorrentes. Dessa forma, o estudo reforça a importância de considerar os aspectos naturais das bacias hidrográficas no planejamento urbano-ambiental, visando à prevenção e mitigação de impactos socioambientais em áreas urbanas.

INTRODUÇÃO

A ocupação do espaço pela sociedade, especialmente nas áreas urbanas, provoca alterações significativas nas características naturais das bacias hidrográficas, afetando diretamente processos hidrológicos fundamentais, como a infiltração da água no solo. Em geral, os processos de ocupação implicam na supressão da cobertura vegetal, na

¹ Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Geografia do Pontal - PPGEF da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, tatianediasa@gmail.com

² Docente do curso de graduação e pós-graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, lecpgeo@gmail.com



modificação do relevo por meio de práticas como a terraplanagem, e na intervenção nos cursos d'água, que frequentemente têm sua morfologia natural alterada ao serem incorporados à área urbana.

Segundo Christofolletti (1980), a análise das bacias hidrográficas possibilita a compreensão e a explicação de inúmeras questões geomorfológicas, visto que os rios constituem os processos morfogenéticos mais ativos na esculturação do relevo. Por essa razão, muitos pesquisadores consideram a bacia hidrográfica como a unidade espacial mais adequada para se compreender a interação entre a sociedade e a natureza, servindo de base para um planejamento mais sustentável.

Neste contexto, uma bacia hidrográfica pode ser definida como uma unidade espacial delimitada por divisores topográficos que capta a água da chuva, cujos fluxos convergem para um único ponto de saída, o exutório (Cunha; Guerra, 2017; Silveira, 2001). Trata-se, de uma unidade fundamental na análise do ciclo hidrológico. Segundo Silveira (2001), sua função hidrológica consiste em converter a entrada de água concentrada (precipitação) em saída de água (escoamento), promovendo uma vazão mais distribuída ao longo do tempo.

Uma bacia hidrográfica quando urbanizada tem o ciclo hidrológico alterado, uma vez que os processos físicos/naturais que estavam em estado de biostase (equilíbrio dinâmico) sofrem modificações e passaram para uma situação de resistasia (desequilíbrio dinâmico) (Cassetti, 1991). Isso favorece o aumento do escoamento superficial em um curto intervalo de tempo, intensificando a ocorrência de enchentes e inundações nos fundos de vale e alagamentos ao longo das vertentes (Alves, 2023).

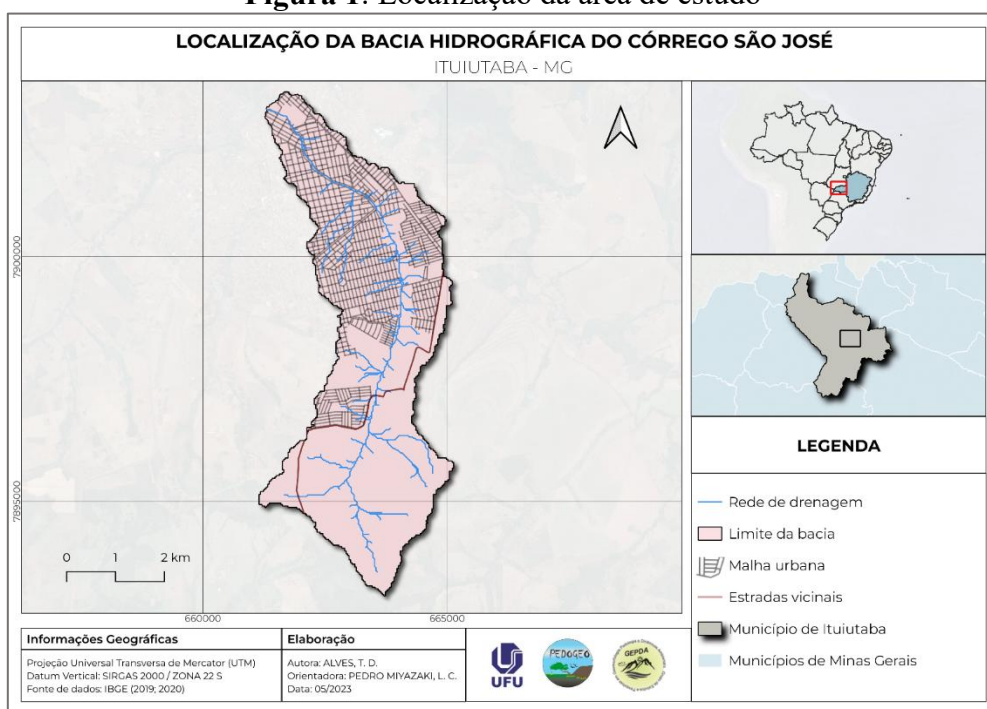
As enchentes e inundações são processos naturais associados ao aumento da vazão dos cursos d'água em períodos chuvosos. As enchentes ocorrem quando as águas fluviais ultrapassam suas margens, enquanto as inundações se caracterizam pelo transbordamento das águas para áreas marginais (planície de inundação ou área de várzea). Os alagamentos, por sua vez, são eventos localizados, causados por acúmulos de água ao longo das vertentes dos perímetros urbanos em decorrência das precipitações intensas e deficiências no sistema de drenagem urbana (Silveira, 2013).

Para prevenir tais impactos, o conhecimento da geomorfodinâmica da bacia é essencial. Nesse contexto, a análise morfométrica surge como instrumento técnico-científico que permite quantificar aspectos físicos da bacia, que contribui para compreender sua dinâmica.

Conforme Siqueira et al. (2012), a análise morfométrica permite estabelecer relações entre variáveis físicas e os condicionantes naturais por meio de índices numéricos. Dessa forma, essa abordagem possibilita realizar uma avaliação integrada do comportamento hidrológico e geomorfológico da bacia.

Com o intuito de aplicar a análise morfométrica em uma bacia hidrográfica que apresenta problemas ambientais recorrentes com enchentes, inundações e alagamentos, foi selecionada como área de estudo a bacia hidrográfica do Córrego São José (Figura 1). Essa unidade de análise está situada no município de Ituiutaba, estado de Minas Gerais, na porção oeste da mesorregião do Triângulo Mineiro.

Figura 1: Localização da área de estudo



Fonte: IBGE (2019 e 2020); Elab.: Alves (2023)

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi analisar a suscetibilidade a enchentes e inundações na bacia hidrográfica do Córrego São José, por meio de parâmetros morfométricos, bem como sua propensão a ocorrência de alagamentos.

METODOLOGIA

Para que os objetivos fossem alcançados, foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos:



- 1) Levantamento bibliográfico e cartográfico referente a temática e área de estudo, seguido da realização de trabalhos de campo voltados à análise das feições do relevo e ao registro fotográfico dos impactos ambientais identificados.
- 2) Extração de informações por meio de técnicas de geoprocessamento, tais como: delimitação da área de estudo, perímetro, área, além da quantidade e comprimento dos cursos d'água. Para tal, utilizou-se como base cartográfica os dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 metros, processados no software QGIS, com o auxílio da ferramenta *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (TauDEM). Ressalta-se que, na etapa de extração dos cursos d'água, considerou-se o funcionamento máximo da bacia sob condições de chuvas intensas. Dessa forma, foram identificados e mapeados tanto os canais fluviais permanentes quanto os canais de escoamento superficial, que entram em atividade durante eventos pluviométricos mais expressivos.
- 3) Elaboração de mapeamentos temáticos referentes a localização da área de estudo, a hierarquia fluvial, a hipsometria e a declividade. O mapa de localização foi elaborado a partir da delimitação da rede de drenagem e extração da rede de drenagem. A hipsometria e as declividades foram geradas automaticamente a partir do MDE, por meio de ferramentas disponíveis no software QGIS. A classificação das declividades foi realizada com base em cinco intervalos de classes (0% a 45%), conforme os critérios estabelecidos pela EMBRAPA (1979). Já a hierarquização dos cursos d'água foi desenvolvida a partir da aplicação da metodologia de ordenamento fluvial proposta por Strahler (1957), que permite identificar a organização da rede hidrográfica a partir do nível de ramificação dos canais.
- 4) Análise morfométrica com base nos dados levantados, considerando os seguintes parâmetros: Hierarquia fluvial; Índice de circularidade; Fator de forma; Coeficiente de compactação; Densidade de drenagem e amplitude altimétrica. Os cálculos (Quadro 1) aplicados para subsidiar a análise morfométrica tem base nos seguintes autores: Horton (1945), Schumm (1956) e Vilela; Mattos (1975). Os quais fornecem subsídios teóricos e teóricos para a interpretação das características físicas da bacia e sua relação com a suscetibilidade a eventos hidrológicos extremos.

Quadro 1: Equações utilizadas para determinar os parâmetros morfométricos

Parâmetros Morfométricos	Equação	Descrição
Coeficiente de compacidade	$Kc = 0,28 * P / \sqrt{A}$	Kc = coeficiente de compacidade; P = perímetro (km); A = área da bacia (km ²).
Fator forma	$F = A / L^2$	F = fator de forma; A = área da bacia (km ²); L = comprimento da axial da bacia (km).
Índice de circularidade	$Ic = 12,57 * A / P^2$	Ic = índice de circularidade; A = área da bacia (km ²); P = perímetro da bacia (km).
Densidade de drenagem	$Dd = Lt / A$	Dd = densidade de drenagem (km/km ²); Lt = comprimento total dos canais (km); A = área da bacia (Km ²)
Amplitude altimétrica	$\Delta H = Hmax - Hmin$	ΔH = amplitude altimétrica (m); Hmax = maior altitude; Hmin = menor altitude.

Org.: Alves (2025)

Todos os calculos foram realizados a partir da planilha Excel, com base nos dados da bacia hidrográfica referentes a área, perímetro, comprimento do eixo axial e comprimento do canal principal e da rede de drenagem total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Córrego São José estão apresentados na Tabela 1. De acordo com os dados, a bacia apresenta uma área de drenagem com extensão de 21,61 km², sendo considerada uma bacia de pequeno porte, em que a maior parte está localizada na área urbana do município. Além de um perímetro de 35,6 km e eixo axial de 9,5 km (medido no sentido norte-sul desde o exutório até a nascente mais a montante da bacia).

Tabela 1: Parâmetros morfométricos referentes a bacia do córrego São José

Parâmetros Morfométricos	Resultados
Coeficiente de compacidade (Kc)	2,14
Fator forma (F)	0,23
Índice de circularidade (Ic)	0,21
Hierarquia fluvial	4º ordem
Densidade de drenagem (Dd)	1,97 km/km ²
Amplitude altimétrica	181 m

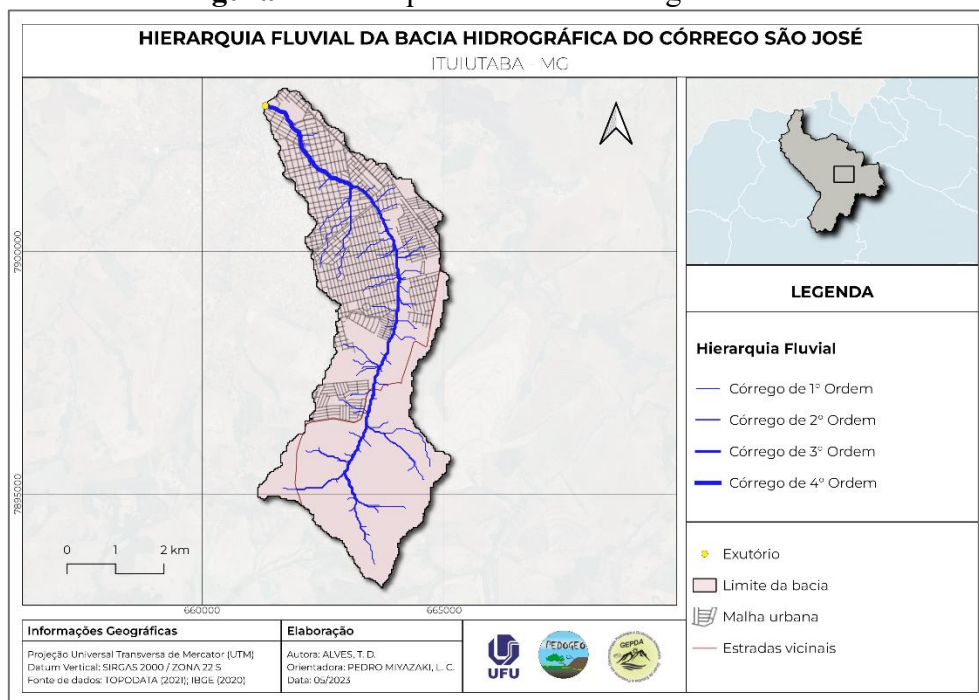
Org.: Alves (2025).

Os valores obtidos para o coeficiente de compacidade, o fator de forma e o índice de circularidade indicam que a bacia apresenta baixa propensão à ocorrência de

enchentes e inundações de grande magnitude, conforme a classificação proposta por Schmitt e Moreira (2015). Essa característica está relacionada à morfologia mais alongada da bacia, que favorece o escoamento superficial. Em cenários com cobertura vegetal significativa, parte da água precipitada infiltra-se no solo, reduzindo a concentração de fluxo nas áreas de fundo de vale. Assim, sob condições pluviométricas regulares, a bacia não se mostra suscetível a grandes eventos de enchentes e inundações, uma vez que sua configuração morfométrica contribui para uma resposta hidrológica mais distribuída ao longo do tempo.

Com base na classificação de Strahler (1957), verificou-se que a bacia hidrográfica apresenta hierarquia fluvial de 4ª ordem (Figura 2), o que indica um sistema de drenagem relativamente ramificado. O curso d'água principal possui extensão de aproximadamente 9,9 km e conta com 74 canais de primeira ordem, os quais correspondem às nascentes naturais presentes na bacia.

Figura 2: Hierarquia fluvial do Córrego São José



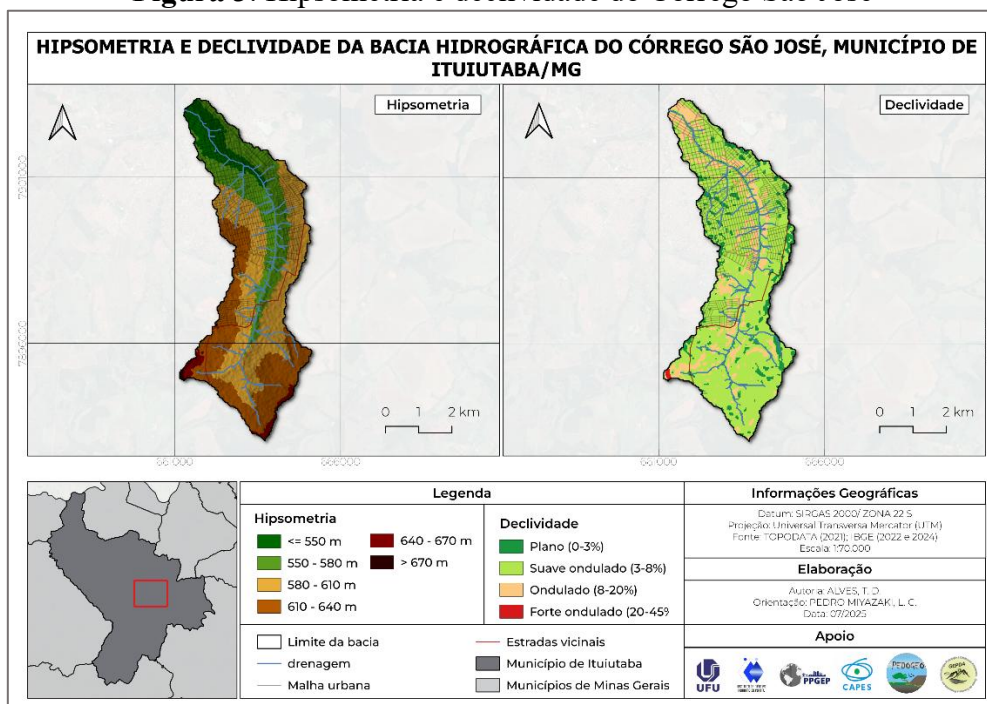
Fonte: TOPODATA (2021); IBGE (2020); Elab.: Alves (2023)

O valor obtido para a densidade de drenagem, de 1,97 km/km², indica um desenvolvimento moderado da rede de drenagem, possivelmente influenciado pelas características geológicas e climáticas da área. A bacia apresenta litologias compostas por intercalações de arenitos e basaltos, além de solos profundos e bem desenvolvidos.

O regime pluviométrico é marcado por uma estação chuvosa concentrada entre os meses de outubro e março. Essas características contribuem para uma resposta hidrológica mais lenta que ajuda compreender a densidade de drenagem mediana.

A Figura 3 apresenta os mapas temáticos de declividade e hipsometria referentes à bacia hidrográfica do Córrego São José.

Figura 3: Hipsometria e declividade do Córrego São José



Fonte: TOPODATA (2021); IBGE (2022;2024). Elab.: Alves (2025).

A bacia do Córrego São José apresenta altitudes que variam de 521 a 702 metros, com altitude média de 611 metros e amplitude altimétrica de 181 metros. Ao analisar o mapa hipsométrico pode-se observar que grande parte da bacia se encontra na faixa de altitude de 580 a 610 metros, correspondendo 37,5% da área. É possível verificar que a altitude na faixa de 550 a 580 metros compreende grande parte do fundo de vale, acompanhando o canal principal, e as altitudes próximas a foz chegam a no máximo 550 metros. As áreas mais elevadas se localizam próximas as cabeceiras de drenagem na porção mais ao sul da bacia, onde se encontra relevos residuais do tipo tabuliforme, com altitudes acima de 670 metros, o que equivale a apenas 0,2% da área total da bacia.

Na área da bacia predomina-se o relevo suave ondulado que corresponde a 72,80% da área total, com intervalo de classes que varia entre 3% a 8% de inclinação.



Como observado há uma pequena área com relevo forte ondulado, variando entre 20% a 45% de inclinação (0,2%), áreas de relevo residual do tipo tabuliforme. O relevo ondulado predomina ao longo da extensão dos canais fluviais, com intervalo de classe de 8% a 20%, ocupando uma área de 16% do total da bacia, indicando a predominância de fundos de vales mais encaixados. É possível observar ainda pequenas porções com baixos declives, caracterizando uma região relativamente plana, onde a inclinação é menor que 3%, sendo bastante significativos nas áreas de topos.

Diante do crescente processo de urbanização observado na bacia hidrográfica do Córrego São José ao longo dos anos, verifica-se um impacto significativo sobre suas dinâmicas naturais. Embora os parâmetros morfométricos indiquem baixa suscetibilidade da área a grandes enchentes e inundações, devido às suas características físicas, a realidade evidencia um cenário diferente.

O aumento da ocupação do solo, especialmente nos topos e vertentes, tem promovido um aumento da impermeabilização, resultando na intensificação do escoamento superficial. Esse processo favorece a concentração da água da chuva nas áreas de fundo de vale, acelerando a dinâmica hidrológica da bacia e contribuindo para a ocorrência de eventos extremos, como enchentes e inundações, como alagamentos ao longo das vertentes (Figura 4).

Figura 1: A – Alagamento em trecho da Av. Minas Gerais. B – Inundação do Córrego São José, trecho da Av. José João Dib



Fonte: Alves (2022); Jornal Hoje (2015)



Ao longo da bacia hidrográfica do Córrego São José parte do canal principal foi submetida a um processo de retificação e canalização. Esse trecho modificado possui aproximadamente 2,5 km de extensão, apresentando segmentos com canalização aberta e outros com canalização fechada, o que evidencia a intervenção antrópica na dinâmica natural do curso d'água.

Durante episódios de chuvas intensas, a estrutura de canalização do córrego não consegue comportar o elevado volume de água escoado. Essa limitação resulta no transbordamento do canal, intensificando os processos de enchente e inundação, especialmente nas áreas de planície aluvial onde foram implantadas as vias públicas e um parque linear. Nessas circunstâncias, são frequentes os episódios de alagamento, os quais isolam moradores e comerciantes, além de ocasionarem prejuízos materiais significativos, como danos a estabelecimentos comerciais, residências, veículos e à própria infraestrutura urbana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos indicam que a bacia hidrográfica em estudo apresenta, em condições naturais, baixa suscetibilidade à ocorrência de enchentes e inundações. Essa condição está relacionada à sua forma alongada, que favorece o escoamento superficial, bem como à presença de um sistema de drenagem de desenvolvimento mediano e razoavelmente ramificado, além de um relevo suave ondulado com baixa amplitude altimétrica. No entanto, o intenso processo de urbanização ao qual a bacia foi submetida tem provocado alterações significativas em sua dinâmica hidrológica, favorecendo a intensificação dos processos de enchente e inundações ao longo de seu curso, além de alagamentos em partes das vertentes.

Diante desse cenário, evidencia-se a necessidade de estudos mais aprofundados que contribuam para o planejamento urbano-ambiental do município, especialmente considerando que grande parte da área da bacia é ocupada por áreas urbanas.

Palavras-chave: Enchente, Inundação, Morfometria, Urbanização, Impactos.

REFERÊNCIAS



ALVES, T. D. **Análise dos aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica do córrego São José, município de Ituiutaba/MG.** 2023. 130 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2023.

CASSETI, V. **Ambiente e Apropriação do Relevo.** São Paulo: Editora Contexto, 1991. 84p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 189p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos.** Rio de Janeiro:1979. 83p. (Embrapa-SNLCS. Micelânea, 1)

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente.** 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017. 396 p.

HORTON, R. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of American Bulletin**, New York, v. 56, p. 807-813, 1945.

SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2. ed. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS: ABRH, 2001. 944p.

SILVEIRA, R. B. **Inundações e alagamentos no município de Itapoá-SC:** impactos socioambientais nas áreas urbanas, o caso de 2008. 2013. 120 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SIQUEIRA, H. E. et al. Análise morfométrica e definição do potencial de uso do solo da microbacia do rio Veríssimo, Veríssimo - MG. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 15, n. 8, p. 2236-2246, nov. 2012.

SCHMITT, A.; MOREIRA, C. R. Manejo e gestão de bacia hidrográfica utilizando o software gratuito Quantum-GIS. **Revista Cultivando O Saber**, Paraná, v. 8, Edição Especial, p. 119-131, 2015.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, n. 5, p. 597- 646, 1956.

STRAHLER, A. N. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. **Transactions, American Geophysical Union**, Washington, v.38, n. 6, p. 913-920, 1957.

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