
Caracterização geomorfométrica

da sub-bacia do rio Comemoração,
Amazônia Ocidental, Brasil

Caracterización geomorfométrica de la subcuenca
del río Comemoração, Amazonía Occidental, Brasil

Geomorphometric characterization of the Comemoração
River sub-basin, Western Amazon, Brazil

Silvânia Fernandes de Mira

Diogo Martins Rosa

Thiago Henrique da Silva José

Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro

Rosalvo Stachiw

Jhony Vendruscolo

Resumo

O objetivo do trabalho foi caracterizar a geomorfometria da sub-bacia do rio Comemoração, Rondônia, para subsidiar o planejamento dos recursos hídricos. Foram analisadas as características geométricas, de relevo e drenagem, utilizando imagem SRTM, software QGIS, ferramentas TauDEM e *Stream feature extractor*. A sub-bacia tem área de 6.193,66 km², perímetro de 760,16 km, formato alongado, baixa suscetibilidade a enchentes, altitude média de 353 m, relevo plano a suave ondulado (predominante), padrão de drenagem dendrítico de 7^a ordem, densidade de drenagem média, densidade de nascentes baixa, canal principal divagante com tempo de concentração elevado. Na região norte e central da sub-bacia, com presença de monzogranito e argilito, respectivamente, podem ocorrer extravasamentos da calha do rio, devido à combinação de relevos declivosos com rochas subjacentes de baixa permeabilidade, após precipitações intensas por longos períodos. Essas áreas são prioritárias para manutenção da cobertura florestal nativa, e reflorestamento em locais que atualmente se encontram com atividades agropecuárias, utilizando-se práticas conservacionistas (mecânica vegetativa e edáfica).

Palavras chave: Amazônia Ocidental; conservação do solo e água; planejamento ambiental; geotecnologias.

Resumen

El objetivo del trabajo fue caracterizar la geomorfometría de la subcuenca del río Comemoração, Rondônia, para contribuir con la planificación de los recursos hídricos. Se analizaron las características geométricas, de relieve y drenaje, utilizando imagen SRTM, software QGIS, herramientas TauDEM y *Stream feature extractor*. La subcuenca tiene un área de 6.193,66 km², perímetro de 760,16 km, formato alargado, baja susceptibilidad a inundaciones, altitud media de 353 m, relieve plano a suave ondulado (predominante), patrón de drenaje dendrítico de 7^a orden, densidad de drenaje media, densidad de manantiales bajos, canal principal divagante, con tiempo de concentración elevado. En la región norte y central de la subcuenca con presencia de monzogranito y argilito, respectivamente, pueden ocurrir trasvases del canal del río debido a la combinación de relieve con desnivel y rocas subyacentes de baja permeabilidad, después de precipitaciones intensas por largos períodos. Estas áreas son prioritarias para el mantenimiento de la cobertura forestal nativa, y reforestación en lugares que actualmente se encuentran con actividades agropecuarias, que utilizan prácticas conservacionistas (mecánica, vegetativa y edáfica).

Palabras clave: Amazonia Occidental; conservación del suelo y agua; planificación ambiental; geotecnología.

Abstract

The objective of this work was to characterize the geomorphometry of the sub-basin of the Comemoração River, Rondônia, to support the planning of water resources. The geometric characteristics, relief and drainage were analyzed using SRTM image, QGIS software, TauDEM tools and Stream feature extractor. The sub-basin has an area of 6,193.66 km², a perimeter of 760.16 km, an elongated shape, low susceptibility to floods, an average elevation of 353 m, a flat to soft wave (predominant), a 7th order dendritic drainage pattern, medium drainage density, low density of springs, main channel rambling, with high concentration time. In the sub-basin northern and central regions with monzogranite and argillite, respectively, river channel extravasations may occur due to the combination of slope reliefs with underlying low permeability rocks after intense rainfall over long periods. These areas are a priority for the maintenance of native forest cover, and reforestation in places that currently have agricultural and livestock activities, by using (mechanical, vegetative and edaphic) conservation practices.

Key words: Western Amazon; soil and water conservation; environmental planning; geotechnologies.

1. Introdução

A água exerce uma função essencial no ecossistema, sendo um recurso insubstituível, visto que, sua falta inviabiliza a existência da vida (Donadio *et al.*, 2005). Apesar da importância da água, verifica-se o crescente aumento da escassez hídrica, que ocorre principalmente devido à elevação da demanda hídrica, desperdício e poluição das águas superficiais e subterrâneas (Fernandes *et al.*, 2008; Tundisi, 2008). O estado de Rondônia, localizado na bacia do rio Amazonas, que dispõem de recursos hídricos abundantes, não está livre da ameaça da crise principalmente, em função da escassez de informações para nortear o planejamento e a gestão dos recursos hídricos.

Em Rondônia existem 7 bacias que foram fragmentadas em 42 sub-bacias, para facilitar o planejamento e gestão dos recursos hídricos da região (SEDAM, 2002). A sub-bacia do rio Comemoração, localizada na bacia do rio Machado, abrange a Usina Hidrelétrica (UHE) Rondon II, a Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Apertadinho, a Terra Indígena Tubarão Latunde e mais de 2.184 propriedades rurais; e apesar da sua grande importância para o estado, existem poucas informações a respeito de sua paisagem. As características morfométricas fornecem informações para o planejamento e a gestão ambiental da sub-bacia, por permitir a previsão do grau de vulnerabilidade a fenômenos extremos, como enchentes e inundações (Menezes *et al.*, 2014).

A sub-bacia do rio Comemoração é considerada muito extensa para que seja realizada a caracterização com base em trabalhos de campo, assim, verifica-se o potencial do uso integrado de sistema de informação geográfica, sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, para aquisição de informações em tempo hábil e com baixo custo financeiro.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Comemoração - RO.

2. Material e métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

A sub-bacia do rio Comemoração, localizada ao sul do estado de Rondônia, abrange 4 municípios, com predomínio em Pimenta Bueno (Figura 1). A região tem clima do tipo Monção (Am), (Alvares *et al.*, 2014), com precipitação anual de 1.728,9 a 1.843,7 mm (chuvas intensas nos meses de novembro a março), (Franca, 2015), temperatura média de 24 a 26 °C (SEDAM, 2012). Há predominância de Latossolos (2.787,66 km²) e Neossolos Quartzarênicos (2.759,65 km²), (Brasil, 2011) e vegetação floresta ombrófila densa ou aberta, cerrado, transição de savana, com formações pioneiras (IBGE, 2006).

2.2 Características morfométricas

Foram realizadas análises geométricas (área, perímetro, índice de circularidade, coeficiente de compactidade e fator de forma), de relevo (altitude e declividade) e drenagem (padrão de drenagem, densidade de drenagem, ordem dos cursos de água, número de nascentes, densidade de nascentes, índice de sinuosidade e tempo de concentração). O geoprocessamento foi realizado principalmente com o software QGIS 2.10.1 (Versão Pisa), (QGIS Development Team, 2015).

A área e o perímetro da sub-bacia foram obtidos utilizando dados altimétricos do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução de 30 m (USGS, 2017), e o complemento *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (TauDEM) no software QGIS.

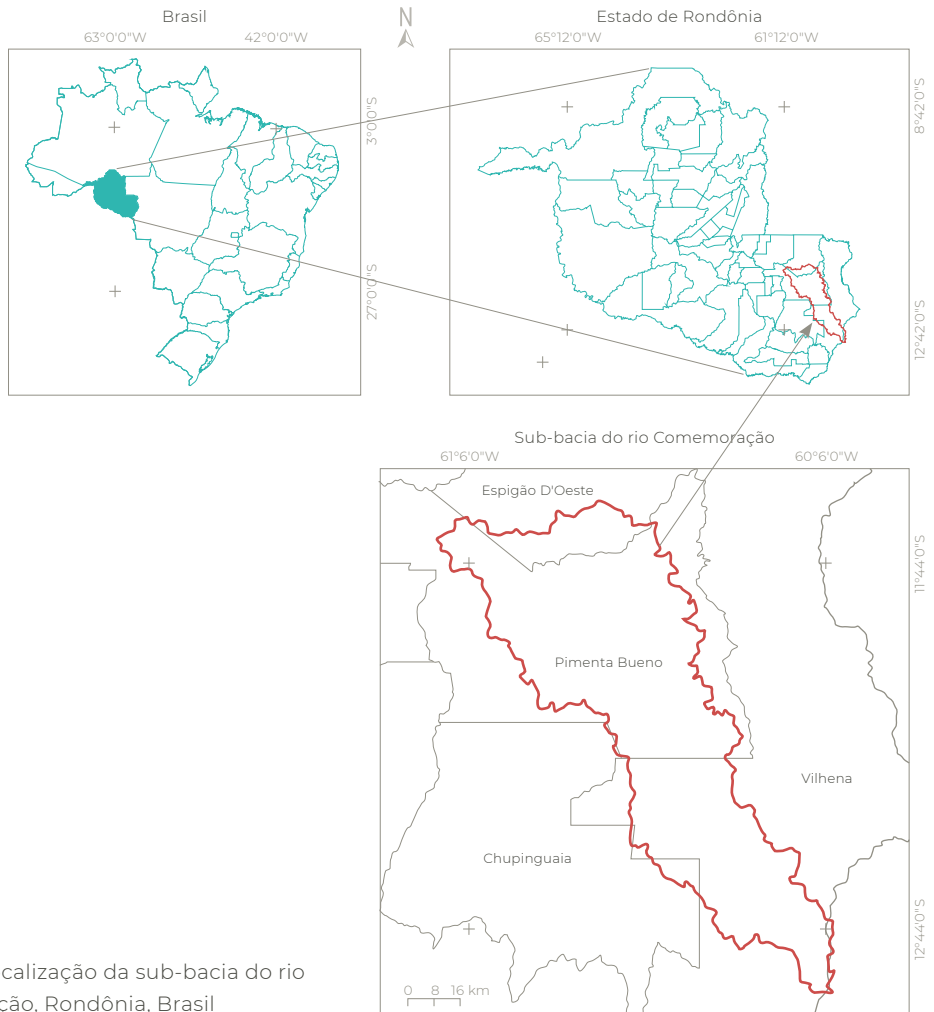


Figura 1 Localização da sub-bacia do rio Comemoração, Rondônia, Brasil

O processo consistiu nos seguintes passos: *Pit remove* < *D8 Flow Directions* < *D8 Contributing Area* (1ª versão) < *Stream Definition by Threshold* (1ª versão) < Criação do ponto *Shapefile* (2ª versão) < *D8 Contributing Area* (2ª versão). Para o ajuste do perímetro foi utilizado a técnica de suavização com o limiar de 30 m.

O índice de circularidade relaciona a área da sub-bacia com a área de um círculo de perímetro igual ao da área da sub-bacia (Cardoso *et al.*, 2006). Este índice foi mensurado com a equação 1 (Schumm, 1956) e classificado com a Tabela 1.

$$IC = (12,57 \times A)/p^2 \quad (1)$$

Em que: IC = índice de circularidade; A = área da sub-bacia (km²); p = perímetro da sub-bacia (km).

Tabela 1 Valores de referência para classificação do índice de circularidade

Índice de circularidade	Classe
0,36 – 0,50	Forma alongada
0,51 – 0,75	Forma intermediária
0,76 – 1,00	Forma circular

Fonte: Silva (2012)

O coeficiente de compacidade relaciona o perímetro da sub-bacia com o perímetro de um círculo de área igual à da sub-bacia (Cardoso *et al.*, 2006). O coeficiente foi calculado com a equação 2 (Villela e Mattos, 1975) e classificado com a **Tabela 2**.

$$Kc = 0,28 \times P/\sqrt{A} \quad (2)$$

Em que: Kc = coeficiente de compacidade; P = perímetro da sub-bacia (km); A = área da sub-bacia (km²).

Tabela 2 Valores de referência para classificação do coeficiente de compacidade

Coeficiente de compacidade	Classe
1,00 – 1,25	Alta propensão a enchentes
1,25 – 1,50	Tendência mediana a enchentes
> 1,50	Não sujeito a enchentes

Fonte: Lima Júnior *et al.* (2012)

O fator de forma relaciona a forma da sub-bacia com a forma de um retângulo, denotando sua suscetibilidade a enchentes. Este parâmetro foi mensurado com a equação 3 (Villela e Mattos, 1975) e classificado com a **Tabela 3**.

$$F = A/L^2 \quad (3)$$

Em que: F = fator de forma; A = área de drenagem da sub-bacia (km²) e L = comprimento do eixo da sub-bacia (km).

As altitudes, mínima e máxima, foram obtidas diretamente da imagem SRTM. Para a obtenção da altitude média utilizou-se a ferramenta ‘Estatística por zona’.

O relevo foi obtido da imagem SRTM com a ferramenta ‘Modelo Digital de Elevação’ (MDE). Posteriormente, o relevo foi classificado de acordo com a declividade, adotando-se as seguintes classes: plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%) e escarpado (> 75%), (Santos *et al.*, 2013).

Tabela 3 Valores de referência para classificação do fator de forma

Fator de forma	Classe
< 0,50	Não sujeito a enchente
0,50 - 0,75	Tendência mediana a enchentes
0,75 - 1,00	Bacia sujeita a enchentes

Fonte: Lima Júnior *et al.* (2012)

O padrão de drenagem foi obtido em duas etapas. Na primeira, extraiu-se a drenagem da sub-bacia utilizando imagens do SRTM. Para o processamento dos dados utilizou-se o software QGIS, e o complemento *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (TauDEM). O processo consistiu nos seguintes passos: *Pit remove* < *D8 Flow Directions* < *D8 Contributing Area* (1ª versão) < *Stream Definition by Threshold* (1ª versão) < Criação do ponto *Shapefile* (2ª versão) < *D8 Contributing Area* (2ª versão) < *Stream Definition by Threshold* (2ª versão) < *Stream Reach and Watershed*. Para a extração da rede de drenagem utilizou-se o limiar de 450. Na segunda etapa, classificou-se a distribuição dos cursos d’água de acordo com metodologia de Parvis (1950).

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais ou rios, considerando os rios perenes e temporários, com a área da sub-bacia (Christofolletti, 1969). Este parâmetro foi calculado com a equação 4 (Horton, 1945) e classificado com a **Tabela 4**.

$$Dd = L/A \quad (4)$$

Em que: Dd = densidade de drenagem (km km⁻²); L = comprimento total da rede de drenagem da sub-bacia (km); A = área da sub-bacia (km²).

A ordem dos cursos d’água foram obtidos com a ferramenta TauDEM, tendo como base o MDE do SRTM. A classificação foi de acordo com Strahler (1957). Posteriormente, obteve-se o número de nascentes através da ferramenta *Stream Feature Extractor*, do software QGIS.

Tabela 4 Valores de referência para classificação da densidade de drenagem

Densidade de drenagem (km km ⁻²)	Classe
< 0,50	Baixa
0,50 - 2,00	Média
2,01 - 3,50	Alta
> 3,50	Muito alta

Fonte: Beltrame (1994)

A densidade de nascentes relaciona o número de nascentes com a área da sub-bacia, e foi calculada com a equação 5 e classificada com a Tabela 5.

$$Dn = Qn/A \quad (5)$$

Em que: Dd: densidade de nascentes (nascentes km⁻²); Qn = quantidade de nascentes da sub-bacia (unidades) e A = área da sub-bacia (km²).

Tabela 5 Valores de referência para classificação da densidade de nascentes

Densidade de nascentes (nascentes km ⁻²)	Classe
< 3	Baixa
3 - 7	Média
7 - 15	Alta
> 15	Muito alta

Fonte: Adaptado de Lollo (1995)

O índice de sinuosidade é a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal (Alves e Castro, 2003). Mensurou-se este parâmetro com a equação 6 (Villela e Mattos, 1975). O índice de sinuosidade foi classificado de acordo com a Tabela 6.

$$IS = 100 (L - Ev) / L \quad (6)$$

Em que: IS = índice de sinuosidade (%); L = comprimento do canal principal da sub-bacia (km) e Ev = distância vetorial do canal principal da sub-bacia (km).

Tabela 6 Valores de referência para classificação do índice de sinuosidade

Descrição	Limite (%)
Muito reto	< 20
Reto	20 a 29
Divagante	30 a 39,9
Sinuoso	40 a 49,95
Muito sinuoso	> 50

Fonte: Romero et al. (2017)

O tempo de concentração de uma sub-bacia hidrográfica é o tempo gasto no percurso, ou seja, o tempo que a água precipitada leva para se deslocar do ponto mais distante hidraulicamente até o exutório, e foi calculada com a equação 7 (Kirpich, 1940).

$$Tc = [0,87 x \left(\frac{L^3}{H}\right)]^{0,385} \quad (7)$$

Em que: Tc = tempo de concentração (h); L = comprimento do curso de água principal da sub-bacia (km) e H = diferença de cota entre as extremidades da linha de água principal da sub-bacia (m).

3. Resultados e discussão

A sub-bacia do rio Comemoração tem área de 6.193,66 km², perímetro de 760,16 km. Esta sub-bacia encontra-se na 16ª posição em termos de área, quando comparada com as demais sub-bacias do estado de Rondônia (SEDAM, 2002), sendo, portanto, uma das mais importantes.

O índice de circularidade, coeficiente de compacidade e fator de forma contém valores de 0,13, 2,70 e 0,16, respectivamente. Esses resultados denotam que geometricamente a sub-bacia tem forma alongada e baixa suscetibilidade a enchentes. O formato alongado reduz o risco de extravasamento do canal, visto que a possibilidade de ocorrer precipitações

intensas simultaneamente em toda a extensão da sub-bacia é baixa (Cardoso *et al.*, 2006; Andrade *et al.*, 2008). Este formato pode estar relacionado com a predominância de Latossolos e Neossolos Quartzarênicos (Brasil, 2011), que propiciam boa capacidade de infiltração de água no solo, e conseqüentemente, menor dissecação do relevo (Calil *et al.*, 2013).

A suscetibilidade a enchentes das sub-bacias também é influenciada por outras características biofísicas como a dinâmica

climática, a litologia subjacente, a topografia, os solos e a cobertura vegetal. Assim, constata-se que há a possibilidade de ocorrer inundações quando se tem precipitações intensas por longos períodos de tempo, principalmente em regiões da sub-bacia do rio Comemoração onde a paisagem é formada pela combinação de rochas com baixa permeabilidade (Figura 2), relevos declivosos (Figura 4), solos compactados e ausência de cobertura vegetal.

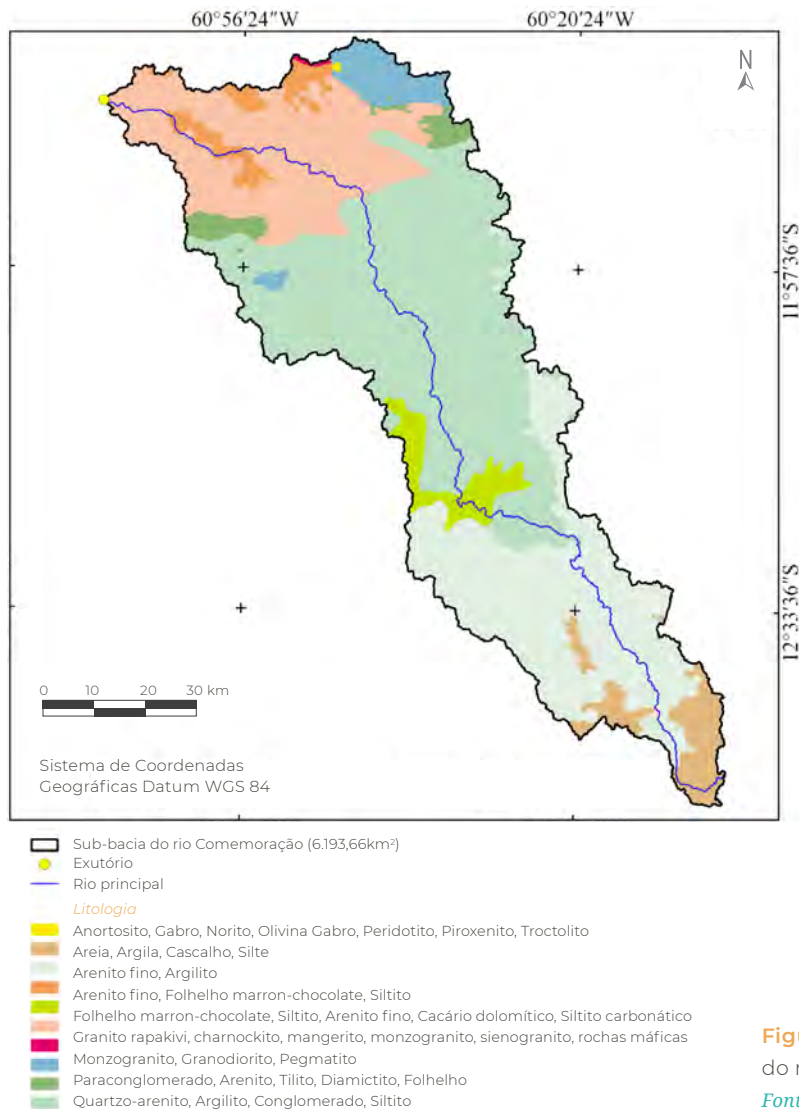


Figura 2 Formação litológica da sub-bacia do rio Comemoração, Rondônia, Brasil.

Fonte: Adaptado de CPRM (2019)

A altitude da região varia de 169 a 637 m, com média de 353 m (Figura 3). A altitude influencia a temperatura, precipitação e evaporação (Silva *et al.*, 2014; Pinto, 2015; Sousa e Paula, 2016), e conseqüentemente, a distribuição espacial das espécies florestais nativas (Pereira *et al.*, 2017).

A precipitação tende a ser mais elevada em áreas com maiores altitudes, em função da menor quantidade de energia necessária no processo de evapotranspiração, de modo que

essas regiões são essenciais para o abastecimento dos aquíferos e manutenção do fluxo de água nas nascentes e rios (Silva e Tonello, 2014). Logo, verifica-se que a cabeceira da sub-bacia do rio Comemoração é considerada como área prioritária para a implantação de projetos, visando a preservação e conservação dos recursos hídricos. É importante destacar que nesta região há maiores suscetibilidades a erosão hídrica, principalmente em relevos mais inclinados e com encostas mais longas,

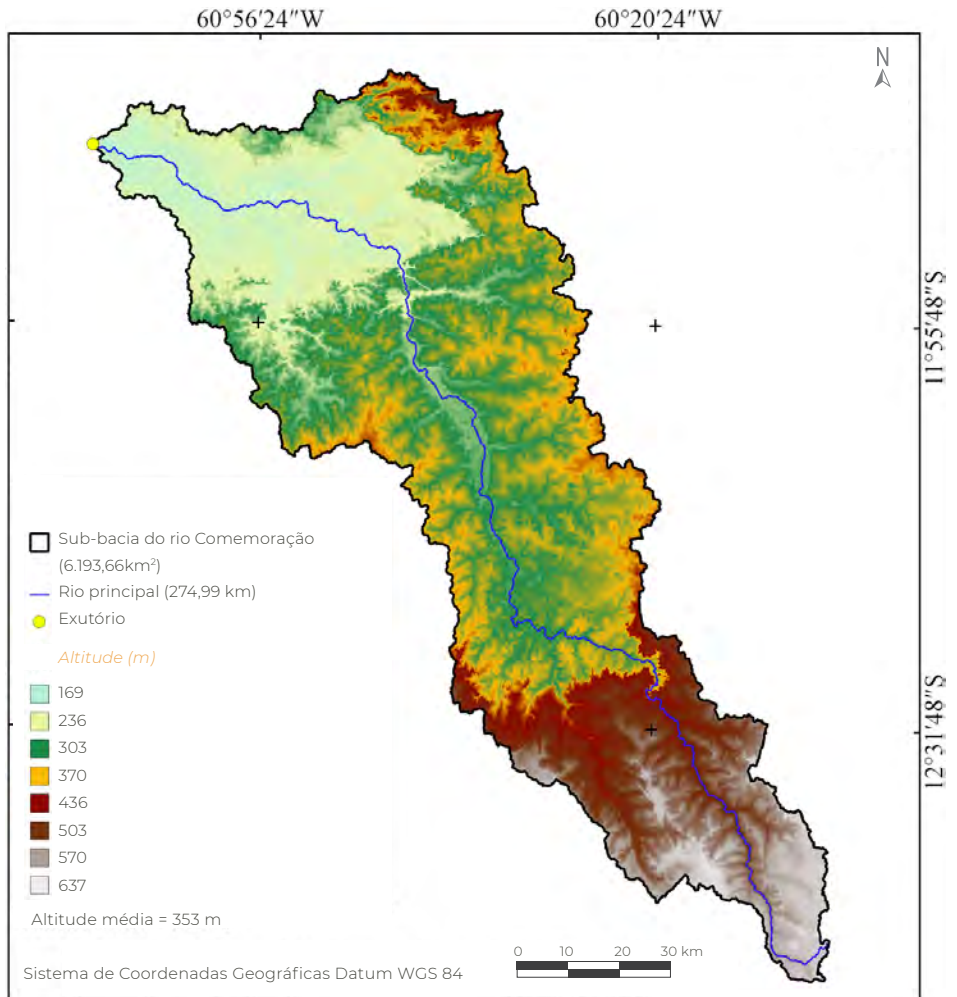


Figura 3 Distribuição da altitude na sub-bacia do rio Comemoração, Rondônia, Brasil

sendo necessário manejos mais criteriosos para conservação do solo.

A altitude é um fator preponderante para seleção de ambientes aptos para cultivo de espécies florestais numa determinada região, como observado por Nappo *et al.* (2012) para as espécies *Hymenaea courbaril* (Hayne) e *Myrocarpus frondosus* Fr. All., com uma variação altitudinal de 30 m a 1.300 m, e *Podocarpus sellowii* (Klotz.) em altitudes superiores a 900 m. Portanto, estas espécies podem ter potencial produtivo na região, contudo, recomen-

da-se estudos específicos relacionados a outros fatores para confirmação desta hipótese.

O relevo da sub-bacia do rio Comemoração oscilou de plano a escarpado, contudo, verifica-se a predominância das classes plano (30,2 %) e suave ondulado (46,5 %), (Figura 4). A inclinação do relevo associado com o comprimento das encostas, determinam o acúmulo de fluxo hídrico (Maciel *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2014; Pinto, 2015; Sousa e Paula, 2016) e, conseqüentemente, a relação erosão-transporte-sedimentação. Assim, verificam-se

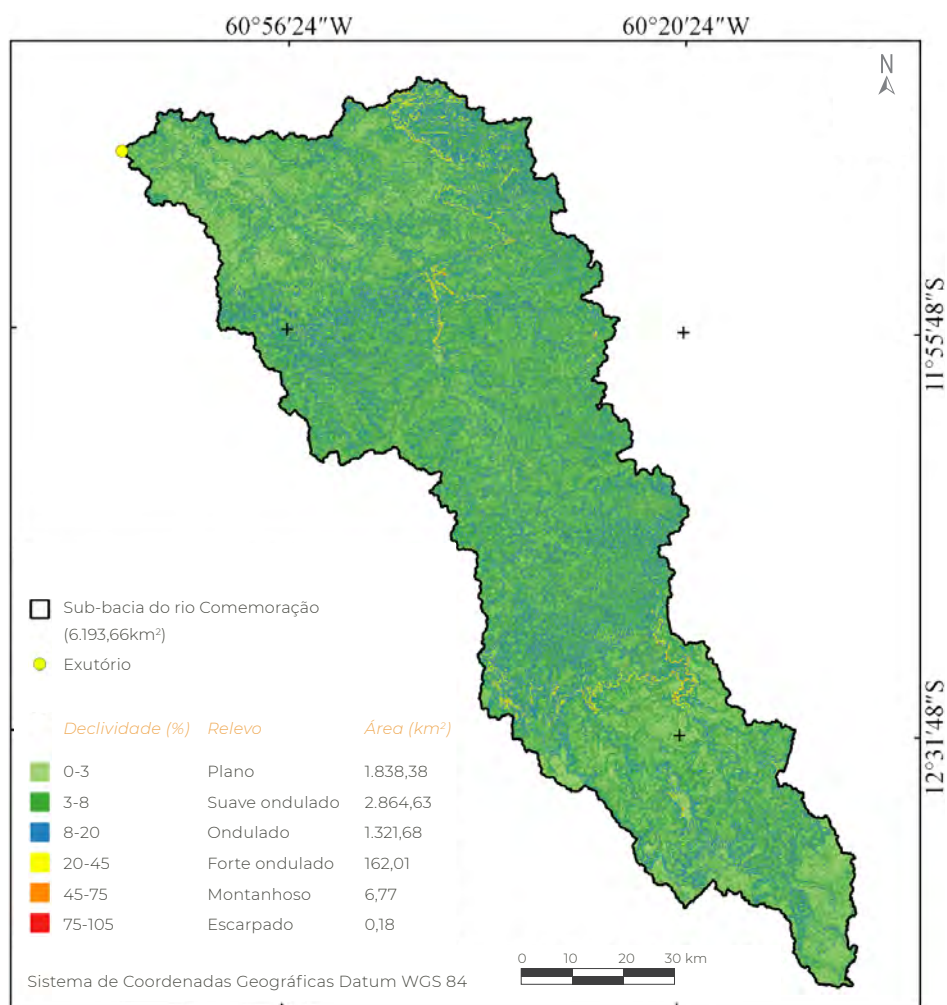


Figura 4 Relevo da sub-bacia do rio Comemoração, Rondônia, Brasil

várias regiões suscetíveis a erosão hídrica na sub-bacia, demonstrando a necessidade de aplicação de técnicas de conservação do solo e restauração florestal, uma vez que a cobertura adequada do solo promove a proteção contra o efeito cinético da precipitação pluviométrica, maior infiltração de água no perfil do solo e redução do escoamento superficial.

A região em estudo tem padrão de drenagem dendrítico de 7ª ordem (Figura 5), densidade de drenagem de 1,26 km km⁻², densidade de nascentes de 0,86 nascentes km⁻² (Figura 6),

índice de sinuosidade de 35,12 % e tempo de concentração de 59,8 h. Os resultados denotam que a sub-bacia tem média densidade de drenagem, baixa densidade de nascentes, com curso de água principal divagante e elevado tempo de concentração.

As características da rede de drenagem estão associadas com a presença de rochas de baixa permeabilidade (Gabler *et al.*, 2009), em regiões de elevada precipitação, que ocasionam a formação de relevos com baixa declividade. Estes relevos resultam na formação

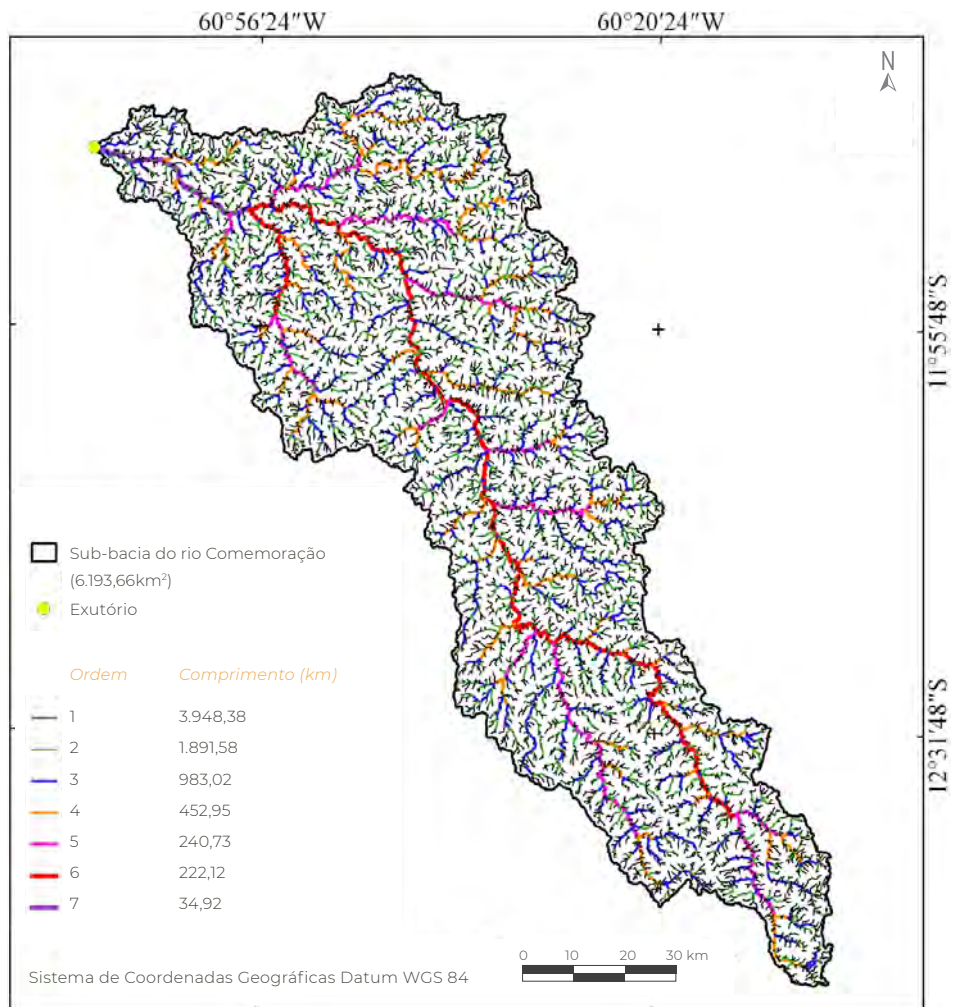


Figura 5 Rede e ordem de drenagem na sub-bacia do rio Comemoração, Rondônia, Brasil

de poucos canais, contudo, bem distribuídos na paisagem, mesmo em áreas de florestas nativas, onde a direção do fluxo inicial pode ser decorrente de obstáculos físicos provenientes de raízes e troncos. Em paisagens com predominância de relevos de baixa declividade também ocorrem o retardamento do fluxo hídrico (Pruski, 2006; Elesbon *et al.*, 2011), explicando a formação de canais divagantes e o elevado tempo de concentração.

Vale salientar que a conservação do solo e da cobertura vegetal interfere no escoamento

superficial (Silveira, 2005; Matos *et al.*, 2006). Neste contexto, constata-se que, mesmo com um alto tempo de concentração, dependendo das condições de uso e ocupação do solo, a sub-bacia pode ter picos de inundações, principalmente nos meses de janeiro a março (período chuvoso), mesmo não sendo morfológicamente susceptível a enchentes, como ocorrido no ano de 2014 (Figura 7).

Para se evitar futuros problemas ocasionados por inundações na área urbana do município de Pimenta Bueno, recomenda-se a rea-

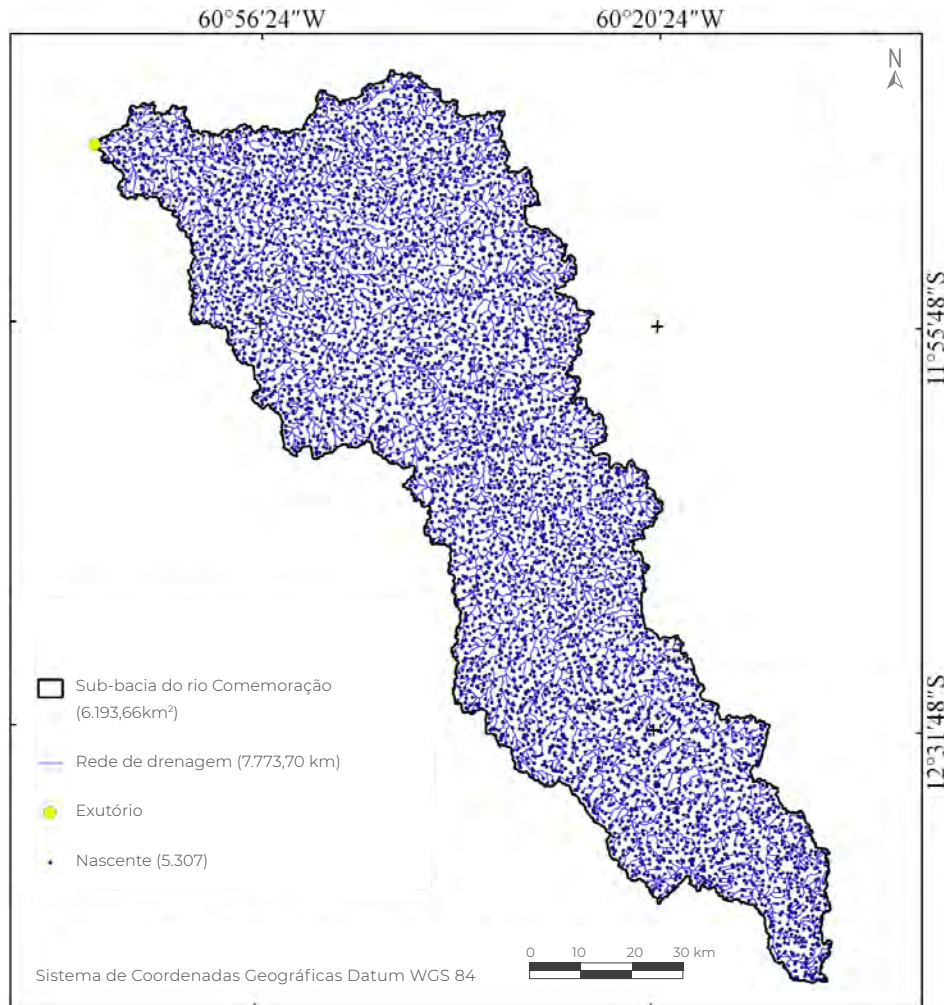


Figura 6 Distribuição das nascentes na sub-bacia do rio Comemoração, Rondônia, Brasil



Figura 7 Inundação de 2014 no município de Pimenta Bueno, após precipitação com duração acima de 48 horas. *Fonte:* Jornal Folha Pimentense (2014)

locação dos residentes que se encontram nas áreas de várzeas (região onde ocorre alagamento sazonal proveniente do extravasamento do canal principal). Também se recomenda a recuperação de matas de galeria e adoção de manejos conservacionistas (mecânicas, vegetativas e edáficas), para aumentar a capacidade de infiltração de água no solo e reduzir o escoamento superficial (Wadt *et al.*, 2003).

4. Conclusão

A caracterização geomorfométrica da sub-bacia do rio Comemoração confirma a predominância de relevo plano à suave ondulado na região. O coeficiente de compacidade, fator de forma e índice de circularidade, indicam que a sub-bacia possui um formato alongado, denotando-se um forte controle estrutural da drenagem e

baixa suscetibilidade a enchentes, considerando ocorrências normais de precipitação.

Nas regiões norte e central da sub-bacia podem ocorrer extravasamentos da calha do rio, devido a combinação de relevos declivosos com rochas subjacentes de baixa permeabilidade, após precipitações intensas por longos períodos. Estas áreas são prioritárias para manutenção da cobertura florestal nativa, e reflorestamento em locais que atualmente se encontram com atividades agropecuárias, utilizando-se de práticas conservacionistas (mecânica, vegetativa e edáfica).

As técnicas de geoprocessamento aplicadas foram eficientes na obtenção das características morfométricas, consideradas essenciais para às ações de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos e ambientais, com dados eficazes e adquiridos com baixo custo.

5. Agradecimentos

Ao laboratório de Geoprocessamento e Meio Ambiente (GEOMA) da Universidade Federal de Rondônia, Câmpus Rolim de Moura, pelo apoio estrutural na obtenção dos dados, assim como os recursos que proporcionaram a condução da pesquisa.

6. Referências citadas

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. & G. SPAROVEK. 2014. "Koppen's climate classification map for Brazil". *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.
- ALVES, J. M. D. P. e P. T. A. CASTRO. 2003. "Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos". *Revista Brasileira de Geociências*, 33(2): 117-124.
- ANDRADE, N. L. R.; XAVIER, F. L.; ALVES, E. C. R. F.; SILVEIRA, A. e C. U. R. OLIVEIRA. 2008. "Caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do rio Manso - MT". *Geociências*, 27(2): 237-248.
- BELTRAME, A. V. 1994. *Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação*. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, Brasil.
- BRASIL. 2011. *Mapa de solos do Brasil. Embrapa - Sistema brasileiro de classificação de solos*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, Brasil.
- CALIL, P. M.; OLIVEIRA, L. F. C.; KLIEMANN, H. J. e V. A. OLIVEIRA. 2013. "Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da bacia hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(4): 433-442.
- CARDOSO, C. A. C.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B. e S. V. MARTINS. 2006. "Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ". *Revista Árvore*, 30(2): 241-248.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1969. "Análise morfométrica de bacias hidrográficas". *Notícia Geomorfológica*, 18(9): 35-64.
- COMPANHIA DE PESQUISA EM RECURSOS MINERAIS (CPRM). 2019. *Mapas de Geodiversidade Estaduais*. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html>>. [Consulta: março, 2019].
- DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A. e R. C. PAULA. 2005. "Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil". *Engenharia Agrícola*, 25(1): 115-125.
- ELESBON, A. A. A.; GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D. e I. C. OLIVEIRA. 2011. "Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do braço norte do rio São Mateus - Brasil". *Revista Escola de Minas*, 64(3): 281-288.
- FERNANDES, A. L. T.; NOGUEIRA, M. A. S. e P. V. RABELO. 2008. "Escassez e qualidade da água no século 21". *Informe Agropecuário*, 29(246): 86-101.

- FRANCA, R. R. 2015. "Climatologia das chuvas em Rondônia - período 1981-2011". *Revista Geografias*, 11(1): 44-58.
- GABLER, R. E.; PETERSEN, J. F.; TRAPASSO, L. M. & D. SACK. 2009. "Fluvial processes and landforms". In: R. E. GABLER; J. F. PETERSEN; L. M. TRAPASSO & D. SACK (Eds), *Physical Geographic*. pp. 461-490. Brooks Cole. Belmonte - CA. USA.
- HORTON, R. E. 1945. "Erosional development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology". *Bulletin of the Geological Society of America*, 56(3): 275-370.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2006. *Censo Agropecuário de 2006*. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. [Consulta: abril, 2017].
- JORNAL FOLHA PIMENTENSE. 2014. *Intensidade da enchente em Pimenta Bueno preocupa a moradores por causa de riscos*. Disponível em: <<http://oconesul.com.br/intensidade-da-enchente-em-pimenta-bueno-preocupa-a-moradores-por-causa-de-riscos/>>. [Consulta: março, 2017].
- KIRPICH, Z. P. 1940. "Time of concentration in small agricultural watersheds". *Civil Engineering*, 10(6): 362-370.
- LIMA JÚNIOR, J. C.; VIEIRA, W. L.; MACÊDO, K. G.; SOUZA, S. A. e F. A. L. NASCIMENTO. 2012. Determinação das características morfométricas da sub-bacia do riacho Madeira Cortada, Quixelô, CE. *VII Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI). Anais...* 1-7. Tocantins, Brasil. (19-21 de outubro).
- LOLLO, J. A. 1995. *O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadricula de Campinas*. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, Brasil. Tese Doutorado em Geotecnia.
- MACIEL, A. S.; BARCELOS, B. F. e L. A. OLIVEIRA. 2012. "A análise da influência da altitude na temperatura e na precipitação da mesorregião Norte de Minas - Minas Gerais". *Revista Geonorte*, 2: 250-261.
- MATOS, A. T.; SILVA, D. D. e F. F. PRUSKI. 2006. *Barragens de terra de pequeno porte*. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, Brasil.
- MENEZES, J. P. C.; FRANCO, C. S.; OLIVEIRA, L. F. C.; BITTENCOURT, R. P.; SÁ FARIAS, M. e R. FIA. 2014. "Morfometria e evolução do uso do solo e da vazão de máxima em uma microbacia urbana". *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 15(4): 659-672.
- NAPPO, M. E.; MENDONÇA, G. S.; CECÍLIO, R. A.; PAIVA, Y. G. e K. R. SILVA. 2012. "Zoneamento edafoclimático para espécies florestais não tradicionais na bacia hidrográfica do rio Itapemirim - ES". *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, 19(1): 1-15.
- PARVIS, M. 1950. "Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks". *Photogrammetric Engineering*, 16(3): 387-408.
- PEREIRA, L. C.; PELISSARI, A. L.; SANQUETTA, C. R. e A. A. EBLING. 2017. "Estudo de caso da adequação de uma serraria às normas FSC de cadeia de custódia". *BIO-FIX Scientific Journal*, 2(1): 7-15.
- PINTO, V. R. 2015. *Caracterização morfométrica e capacidade de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Sararé, sudoeste do Estado do Mato Grosso*. Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Mato Grosso. Cáceres, Brasil. Dissertação de Mestrado.

- PRUSKI, F. F. 2006. *Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica*. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, Brasil.
- QGIS Development Team. 2015. *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. [Consulta: outubro, 2017].
- ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M. e F. F. N. MARCUZZO. 2017. “Estudo hidromorfológico da bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO”. *Ciência e Natureza*, 39(2): 320-340.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. e S. H. SHINIZU. 2013. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- SCHUMM, S. A. 1956. “Evolution of drainage systems and slopes in bad lands at Perth, Amboi, New Jersey”. *Geological Society of America Bulletin*, 67(5): 597-646.
- SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE RONDÔNIA (SEDAM). 2002. *Atlas Geoambiental de Rondônia*. SEDAM, Porto Velho. 2: 151 p. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/110424383/Atlas-Geoambiental-de-Rondonia>>. [Consulta: janeiro, 2016].
- SEDAM. 2012. *Meteorologia: Boletins Climatológicos Anuais*. Disponível em: <www.sedam.gov.br>. [Consulta: abril, 2017].
- SILVA, A. R.; SILVA, M. F. e L. C. A. SANTOS. 2014. “Caracterização morfométrica do rio Cacau - MA”. *Revista Percurso*, 6(2): 141- 153.
- SILVA, J. L. e K. C. TONELLO. 2014. “Morfometria da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas - SP”. *Irriga*, 19(1): 103-114.
- SILVA, Q. D. 2012. *Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão*. Departamento de Geografia. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente. São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado em Geografia.
- SILVEIRA, A. L. L. 2005. “Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais”. *Revista Brasileira de Recursos hídricos*, 10(1): 5-23.
- SOUSA, F. R. C. e D. P. PAULA. P. 2016. “Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tapuio (Ceará-Brasil)”. *Revista de Geociências do Nordeste*, 2: 555-564.
- STRAHLER, A. N. 1957. “Quantitative analysis of watershed geomorphology”. *Transactions of American Geophysical Union*, 38(6): 913-920.
- TUNDISI, J. G. 2008. “Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções”. *Estudos avançados*, 22(63): 7-16.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). 2017. *Science for a changing world*. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. [Consulta: julho, 2017].
- VILLELA, S. M. e A. MATTOS. 1975. *Hidrologia aplicada*. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo, Brasil.
- WADT, P. G. S.; PEREIRA, J. E. S.; GONÇALVES, R. C. SOUZA, C. B. C. e L. S. ALVES. 2003. *Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas*. Embrapa, Acre. Documentos, 90. Rio Branco (AC), Brasil.