
Características geométricas,

topográficas e hidrográficas da microbacia do rio Enganado, região sul da Amazônia Ocidental

Características geométricas, topográficas e hidrográficas
de la microcuenca del río Enganado,
región sur de la Amazonía Occidental

Geometric, topographic and hydrographic features
of the Enganado River microbasin,
southern region of Western Amazon

Renan Fernandes Moreto

Silvânia Fernandes de Mira

Gilderlon dos Santos Soares

Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Júnior

Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro

Jhony Vendruscolo

Diogo Martins Rosa

Resumo

As bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem sobre os recursos hídricos. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica da microbacia do rio Enganado, Rondônia. Foram analisadas as características geométricas, de relevo e de drenagem, realizados com base no produto RTC (*Radiometric Terrain Correction*) do satélite Alos, sensor Palsar, com resolução de 12,5 m e banda L. A microbacia tem área de 152,64 km², altitude mínima de 255 m e máxima de 582 m, relevo predominante suave ondulado (41,45%). A drenagem tem distribuição dendrítica de sexta ordem, alta densidade, curso principal considerado divagante e tempo de concentração de 6 h e 26 min. A microbacia é alongada, não está sujeita a inundações, pois seu relevo influencia na baixa velocidade de escoamento superficial.

Palavras chave: plataforma SIG; recursos hídricos; gestão ambiental.

Resumen

Las cuencas hidrográficas han sido adoptadas como unidades físicas de reconocimiento, caracterización y evaluación, con el objetivo de facilitar el estudio de los recursos hídricos. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo realizar la caracterización morfométrica de la microcuenca del río Enganado, Rondônia. Se analizaron las características geométricas, de relieve y de drenaje, realizadas con base en el producto RTC (*Radiometric Terrain Correction*) del satélite Alos, sensor Palsar, con resolución de 12,5 y banda L. La microcuenca tiene un área de 152,64 km², altitud mínima de 255 y máxima de 582 m, relieve predominante suave ondulado (41,45%). El drenaje tiene distribución dendrítica de sexto orden, con alta densidad y un curso principal considerado divagante, y tiempo de concentración de 6 h y 26 min. La microcuenca es alargada y no sujeta a inundaciones, ya que el relieve influye en la baja velocidad del flujo superficial.

Palabras clave: plataforma SIG; recursos hídricos; gestión ambiental.

Abstract

The hydrographic basins have been adopted as physical units of recognition, characterization and evaluation, in order to facilitate the approach on the water resources. In this context, the present study aims at perform the morphometric characterization of the Enganado River basin, Rondônia. The geometric, relief and drainage characteristics of the Alos satellite, Palsar sensor, with a resolution of 12.5 m and a L band were analyzed. The microbasin has an area of 152.64 km², minimum altitude of 255 m and maximum of 582 m, predominantly soft undulating relief (41.45%). The drainage has a sixth order dendritic distribution, with high density and main course considered rambling, and concentration time of 6 h and 26 min. The microbasin is elongated, not subject to flooding, as its relief influences the low runoff speed.

Key words: GIS platform; water resources; environmental management.

1. Introdução

A região amazônica tem a maior floresta tropical do mundo e concentra uma enorme biodiversidade em sua fauna e flora (Ferreira e Salati, 2005). A preservação desta região contribui para o equilíbrio ambiental, porém, nas últimas décadas observa-se que essa riqueza vem sendo ameaçada com a exploração sem controle dos seus recursos naturais (Marinelli *et al.*, 2008). Os recursos hídricos merecem destaque entre os recursos naturais por regular a dinâmica do ecossistema, e geralmente são degradados por falta de informações para subsídio de um planejamento adequado.

As informações necessárias ao planejamento e execução do manejo estão associadas principalmente com as características hidrológicas (Soares *et al.*, 2016), utilizando as bacias hidrográficas como unidades de gestão (Brasil, 1997). Estas unidades podem ser subdivididas em microbacias, possibilitando o estudo detalhado sobre a quantidade de água disponível e necessária para todas as atividades da região (Lima, 2006), e o aumento da eficácia das ações e eficiência na aplicação dos recursos financeiros para a preservação, conservação e recuperação dos recursos hídricos.

Existem várias formas de obter informações da paisagem, desde trabalhos de campo, que tendem a ser onerosos e demandar de muito tempo para serem realizados, a trabalhos com sistemas de informações geográficas (SIG), que são mais eficientes em ambos sentidos, e ainda possibilitam o prognóstico de cenários futuros com base em combinações de práticas de manejo (Aronoff, 1989). Em função das vantagens dos SIGs em relação aos trabalhos de campo, constata-se que é cada vez mais comum o uso deste sistema para a caracterização morfométrica de bacias a microbacias (Pollo *et al.*, 2012; Doriquel *et al.*, 2015; Nardini *et al.*, 2016).

A microbacia do rio Enganado abrange aproximadamente 218 propriedades rurais (INCRA, 2018), e 3 pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), denominadas de Castaman I, Castaman II e Castaman III (Silva e Maniesi, 2005), sendo considerada de suma importância para região sul do estado de Rondônia. Neste contexto, o trabalho teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica desta microbacia.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

A microbacia do rio Engando abrange 3 municípios do estado de Rondônia, com predomínio em Colorado do Oeste (Figura 1). O clima da região é do tipo Monção (Am), (Alvares *et al.*, 2014), com precipitação média anual de 1.728,9 a 1.843,7 mm (Franca, 2015) e temperatura média de 24°C (SEDAM, 2012).

2.2 Caracterização morfométrica

Foram analisadas as características geométricas (área, perímetro, fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade), de relevo (altitude e declividade) e drenagem (padrão, 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 2.18.7 (QGIS *Development Team*, 2015).

- 1) **Área e perímetro:** delimitadas manualmente com a ferramenta 'Adicionar polígono' do software *Google Earth* (2018), levando-se em consideração a hidrografia e o relevo da paisagem.
- 2) **Fator de forma:** é a relação entre a largura média e o comprimento do eixo axial da

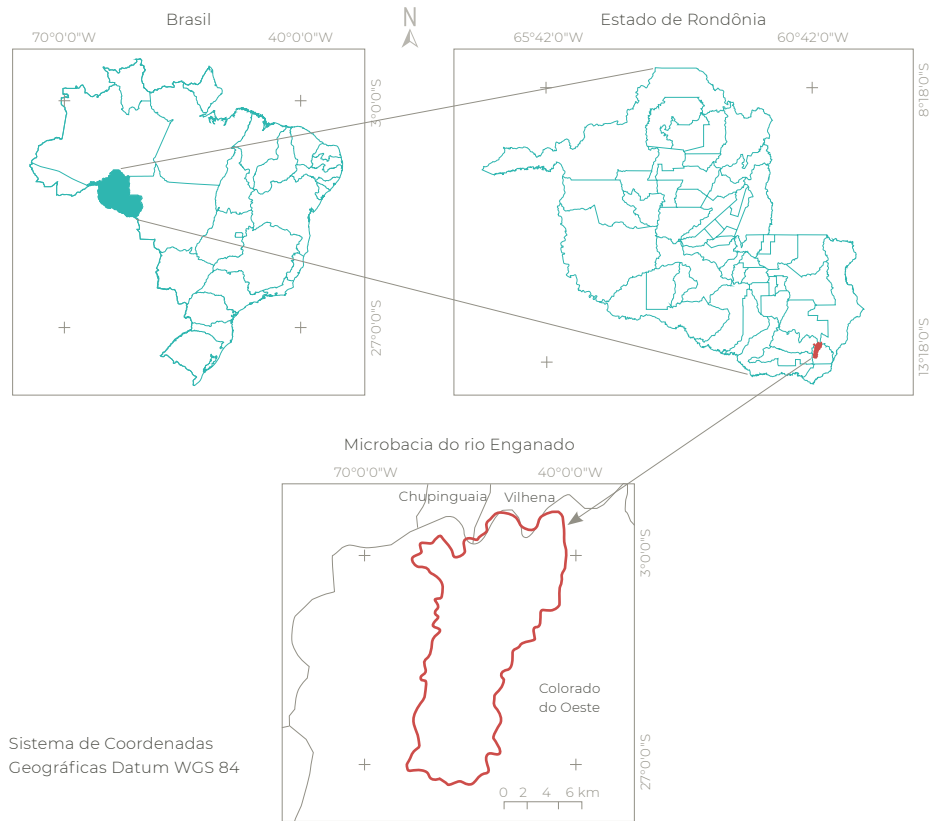


Figura 1 Localização da microbacia do rio Enganado

microbacia (Cardoso *et al.*, 2006), e foi calculado com a equação 1 (Villela e Mattos, 1975). Em seguida classificou-se o valor com a Tabela 1.

$$F = A/L^2 \quad (1)$$

Em que: F = fator de forma, A = área da microbacia (km²) e L = comprimento do eixo da microbacia (km).

Tabela 1 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)

3) **Índice de circularidade:** relaciona a área da microbacia com a área de um círculo de perímetro equivalente (Cardoso *et al.*, 2006), e foi obtido com a equação 2 (Schumm, 1956). Posteriormente, este parâmetro foi classificado com a Tabela 2.

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

Em que: IC = índice de circularidade, p = perímetro da microbacia (km) e A = área da microbacia (km²).

Tabela 2 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)

- 4) **Coefficiente de compacidade:** define a relação entre o perímetro da microbacia e o perímetro de um círculo de mesma área que a microbacia (Cardoso *et al.*, 2006), e foi calculado com a equação 3 (Villega e Mattos, 1975). O valor do coeficiente de compacidade foi classificado com a **Tabela 3**.

$$Kc = 0,28 \times P/\sqrt{A} \quad (3)$$

Em que: Kc = coeficiente de compacidade, P = perímetro da microbacia (km) e A = área da microbacia (km²).

Tabela 3 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)

- 5) **Altitudes mínima, média e máxima:** As altitudes mínima e máxima foram obtidas diretamente do modelo digital de elevação (MDE), produto RTC com resolução espacial de 12,5 m e comprimentos de onda na banda L (ASF, 2017). A altitude média foi mensurada com a ferramenta 'Estatística por zona'.
- 6) **Declividade:** inicialmente extraiu-se o relevo com base em imagens do MDE; posteriormente, classificou-se os resultados de acordo com a declividade: plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%) e escarpado (> 75%), (Santos *et al.*, 2013).
- 7) **Padrão de drenagem:** a princípio foi extraído manualmente a rede de drenagem, utilizando a ferramenta 'Adicionar caminho' do software *Google Earth*. Em seguida,

comparou-se a forma da distribuição da drenagem da microbacia com a classificação de Parvis (1950).

- 8) **Densidade de drenagem:** correlaciona o comprimento total dos canais ou rios com a área da microbacia (Christofolletti, 1969), levando-se em consideração rios perenes e temporários, e foi calculado com a equação 4 (Horton, 1945). O valor da densidade de drenagem foi classificado com a **Tabela 4**.

Tabela 4

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

Em que: Dd = densidade de drenagem (km km⁻²), L = comprimento da rede de drenagem (km) e A = área da microbacia (km²).

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)

- 9) **Ordem dos cursos de água:** realizou-se a classificação da ordem dos cursos d'água conforme Strahler (1957), no software *GPS Track Maker Free* (versão 13.9.596), (Freireira Junior, 1998).
- 10) **Número de nascentes:** este parâmetro foi mensurado utilizando-se o software *GPS Track Maker (Free)*, adicionando pontos nas extremidades dos cursos de primeira ordem em toda a rede de drenagem.
- 11) **Densidade de nascentes:** a densidade de nascentes relaciona o número de nascentes com a área da microbacia, e foi calculada com a equação 5.

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

Em que: D_n = densidade de nascentes (nascentes km^{-2}), Q_n = quantidade de nascentes (unidades) e A = área da microbacia (km^2).

12) 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), e foi mensurado com a equação 6 (Villela e Mattos, 1975). O valor do índice de sinuosidade foi classificado com base na **Tabela 5**.

$$IS = \left[\frac{L - Ev}{L} \right] \times 100 \quad (6)$$

Em que: Is = índice de sinuosidade (%), L = comprimento do canal principal (km) e Ev = distância vetorial do canal principal (km).

Tabela 5 Valores de referência para classificação do índice de sinuosidade

Índice de sinuosidade (%)	Classe
< 20	Muito reto
20 a 29	Reto
30 a 39,9	Divagante
40 a 49,95	Sinuoso
> 50	Muito sinuoso

Fonte: Romero *et al.* (2017)

13) Tempo de concentração (T_c): tempo necessário para o escoamento deslocar-se do ponto hidráulicamente mais distante da bacia para a saída, conhecida como exutório (Kent *et al.*, 2010). Este parâmetro foi calculado com a equação 7 (Kirpich, 1940).

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

Em que: T_c = tempo de concentração (h), H = desnível entre a parte mais elevada e a seção de controle (m) e L = comprimento do talvegue principal (km).

3. Resultados e discussão

A microbacia do rio Enganado tem área de 152,64 km^2 , perímetro de 71,39 km, fator de forma de 0,28, coeficiente de compacidade de 1,69 e índice de circularidade de 0,38, indicando formato alongado e baixa suscetibilidade a enchente. Resultados semelhantes foram encontrados por Tonello *et al.* (2006), na bacia da cachoeira das Pombas em Minas Gerais, deixando claro que estas características não ocorrem apenas no estado de Rondônia.

A altitude variou de 255 a 582 m, com média de 457 m (**Figura 2**).

A altitude é um dos fatores que regulam a evapotranspiração (Costa *et al.*, 2013), promovendo maiores precipitações nas regiões mais elevadas e, conseqüentemente, abastecimento regular dos aquíferos responsáveis pela manutenção de nascentes e rios (Cardoso *et al.*, 2006; Silva e Tonello, 2014). Portanto, a precipitação tende a ser maior na cabeceira, corroborando com os dados de Franca (2015), assim, manejos que permitam maiores taxas de infiltração de águas no solo nessa região são essenciais para a manutenção hídrica em toda microbacia.

Os relevos da microbacia variam de plano a montanhoso, contudo, há predominância das classes suave ondulado (41,45 %) e ondulado (40,16 %), (**Figura 3**). A declividade é uma característica topográfica que influencia a velocidade de escoamento de água, sendo observado velocidades mais elevadas em relevos mais íngremes (Helbel, 2014). Neste contexto, a microbacia tende a ter velocidade de escoamento lenta a média em grande parte de sua área, prolongando o tempo necessário para a água da chuva chegar nos leitos fluviais, como descrito por Villela e Mattos (1975).

O aumento de inclinação do relevo pode potencializar os efeitos da erosão hídrica

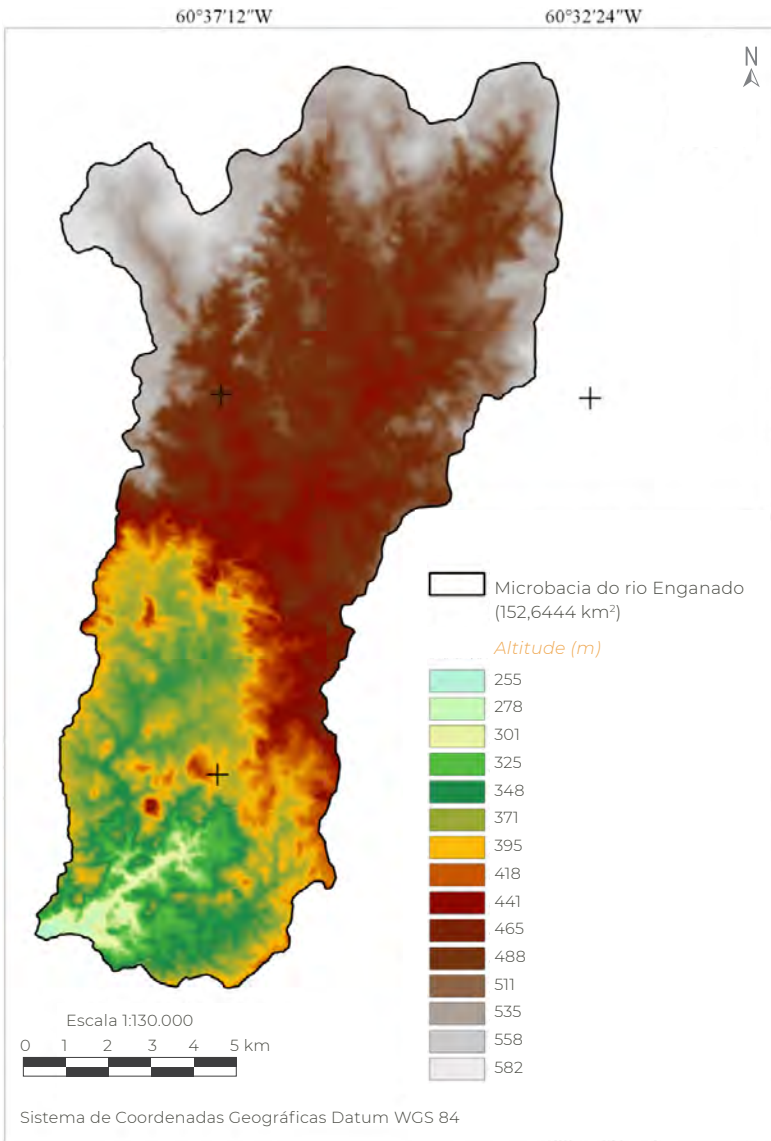


Figura 2. Hipsometria da microbacia do rio Enganado, Rondônia, Brasil

(Amorim *et al.*, 2001), ocasionando a formação de ravinas a voçorocas, comuns na cabeceira da microbacia do rio Enganado (Figura 4). Esta parte da microbacia também tem Neossolos Quartzarênicos (Silva e Maniesi, 2005), cuja característica principal é a textura arenosa ou areia franca até a profundidade de 150 cm, a partir da superfície do solo, composta de 95% ou mais de quartzo (EMBRAPA, 2013), que dificulta a formação de agregados e aumenta a suscetibilidade a erosão.

Ao relacionar a declividade com as limitações impostas pelo Código Florestal Brasileiro, verificou-se que a microbacia tem apenas 2,75% da área total considerada como de uso restrito (Figura 5). Na região de uso restrito “serão permitidos o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agronômicas” (Brasil, 2012).

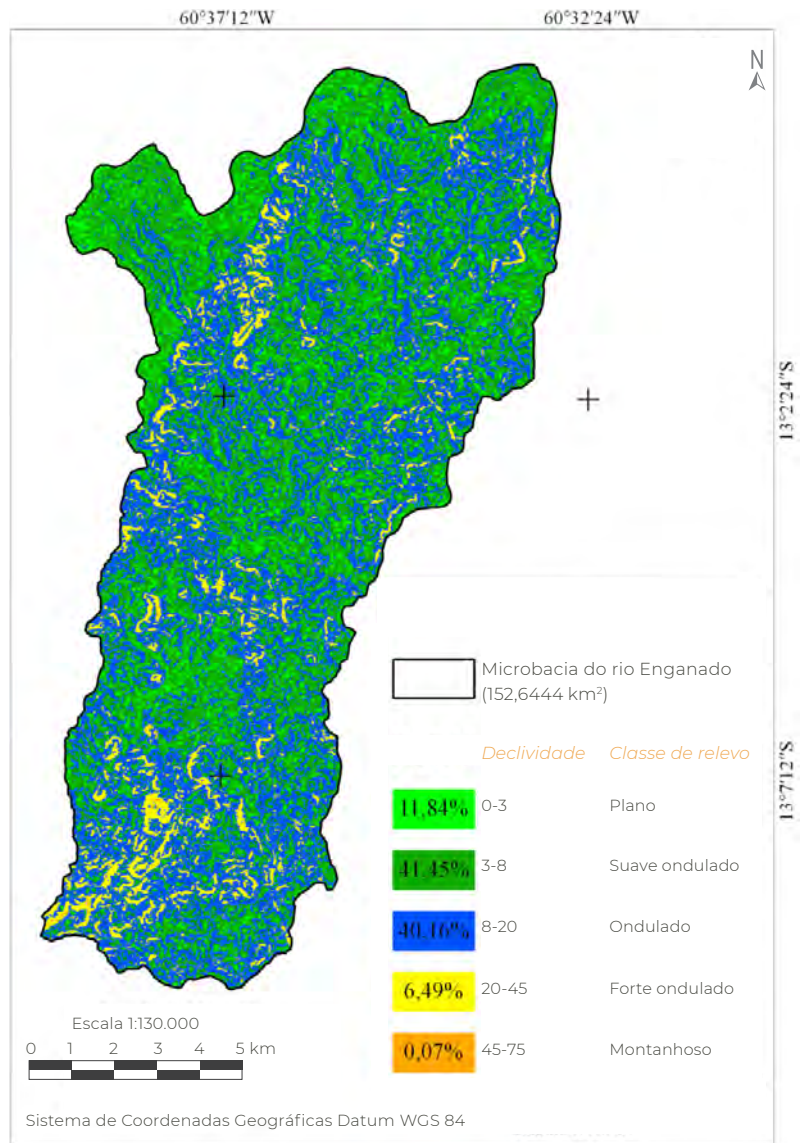


Figura 3 Relevo da microbacia do rio Enganado, Rondônia, Brasil



Figura 4 Voçorocas na cabeceira da microbacia do rio Enganado, Rondônia, Brasil. Fonte: Google Earth (2018)

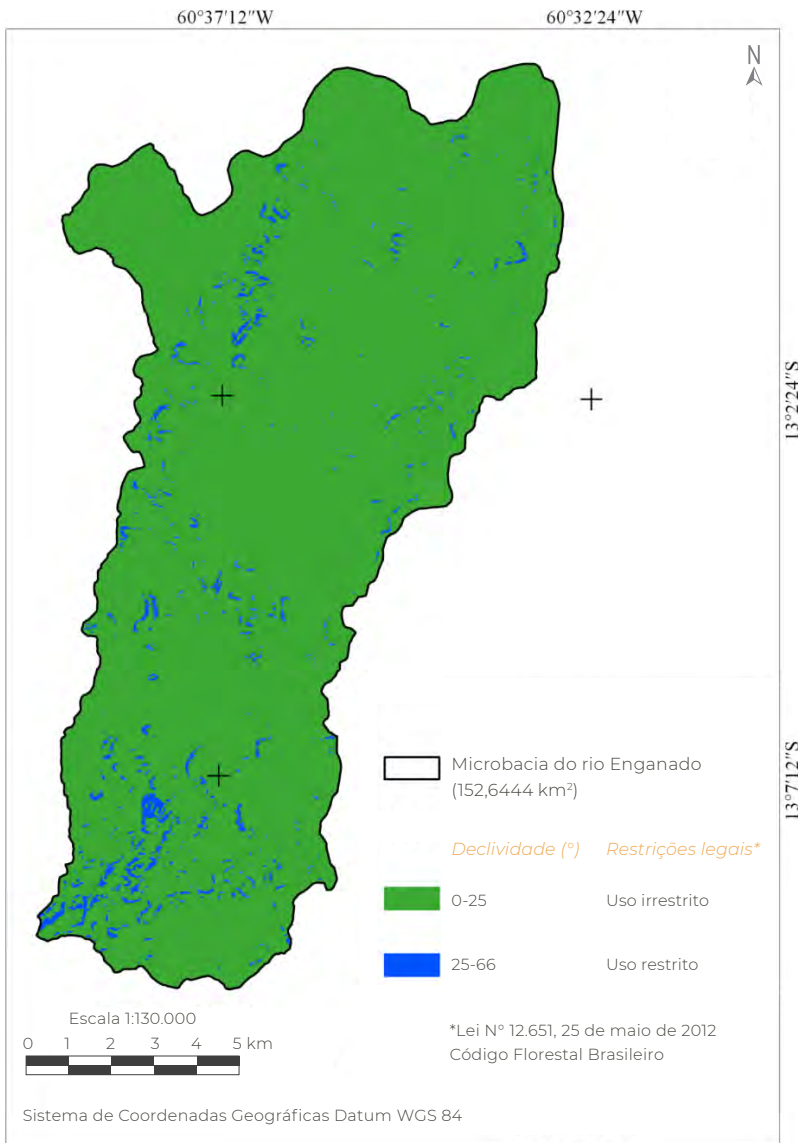


Figura 5 Delimitação de uso legal da microbacia do rio Enganado, Rondônia, Brasil

A microbacia tem hidrografia dendrítica de 6^a ordem (Figura 6), com densidade de drenagem de 2,88 km km⁻², densidade de nascentes de 5,75 nascentes km⁻² (Figura 7), índice de sinuosidade de 34,48% e tempo de concentração de 6 horas e 26 minutos.

O padrão de drenagem demonstra que a região de estudo tem baixa capacidade de infiltração de água no solo, favorecendo o aumento do escoamento superficial e a formação de uma drenagem densa, como verificado por Pissarra

et al. (2004) na bacia do córrego Rico. O elevado número de ordens da microbacia também se relaciona com a baixa capacidade de infiltração de água no solo, e denota a elevada complexidade ecológica do ecossistema aquático. Conforme se eleva o número de ordens, ocorre maior possibilidade de formação de habitats para peixes, facilmente observado em canais \geq a 3^a ordem (Fairfull e Witheridge, 2003).

A rede de drenagem tem alta densidade sugerindo que a região tem elevado índice

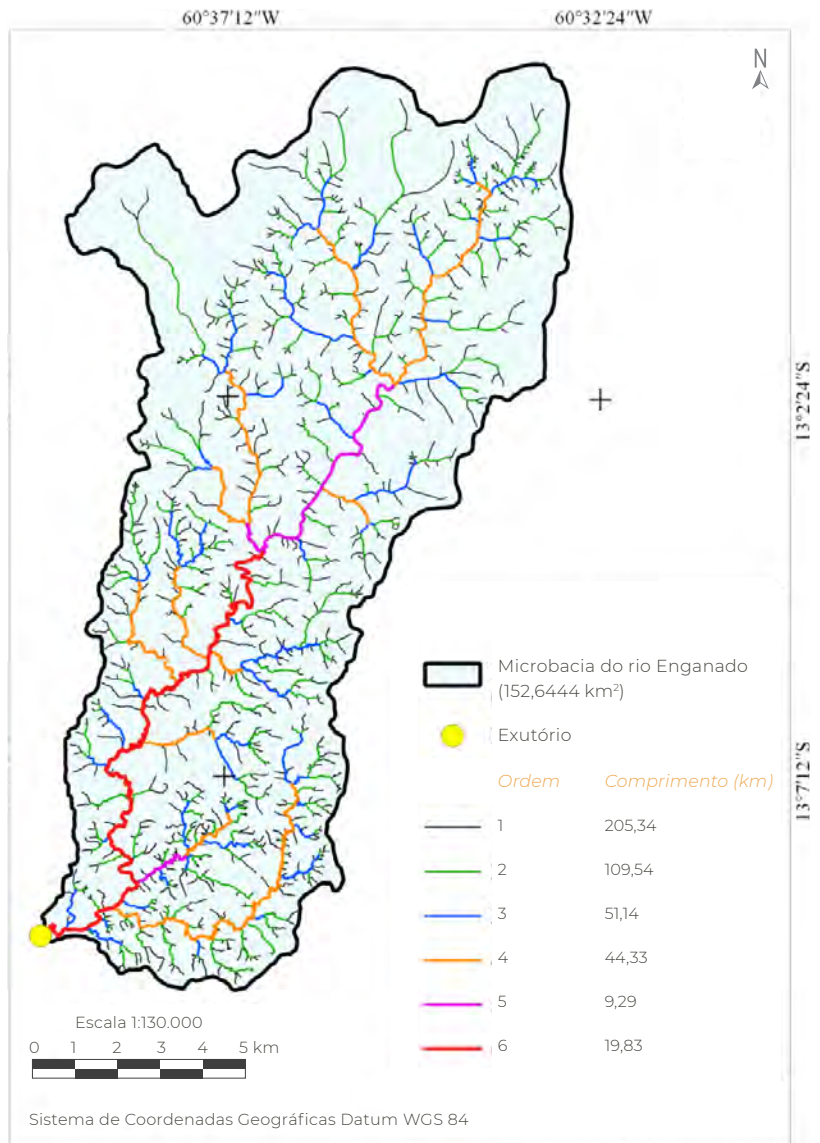


Figura 6 Rede hidrográfica e ordem dos cursos de água da microbacia do rio Enganado, Rondônia, Brasil

pluviométrico, tendo em vista que, segundo Moglen *et al.* (1998), este parâmetro representa a assinatura do clima na topografia. Também é interessante frisar que a densidade de drenagem está relacionada com a permeabilidade do material de origem (Gabler *et al.*, 2009), indicando a presença de rochas que dificultam a infiltração da água, levando saturação do solo e escoamentos superficiais em períodos de precipitações constantes na microbacia.

A densidade de nascentes é considerada elevada, sugerindo que a microbacia tende a ter boa disponibilidade hídrica ao longo do ano, visto que as nascentes são responsáveis por fornecer água para manutenção dos igarapés e rios. O elevado número de nascentes na região também demonstra a necessidade de um planejamento mais rigoroso para manutenção da qualidade e disponibilidade de água, sendo recomendado o isolamento da área, a manutenção das matas ciliares e,

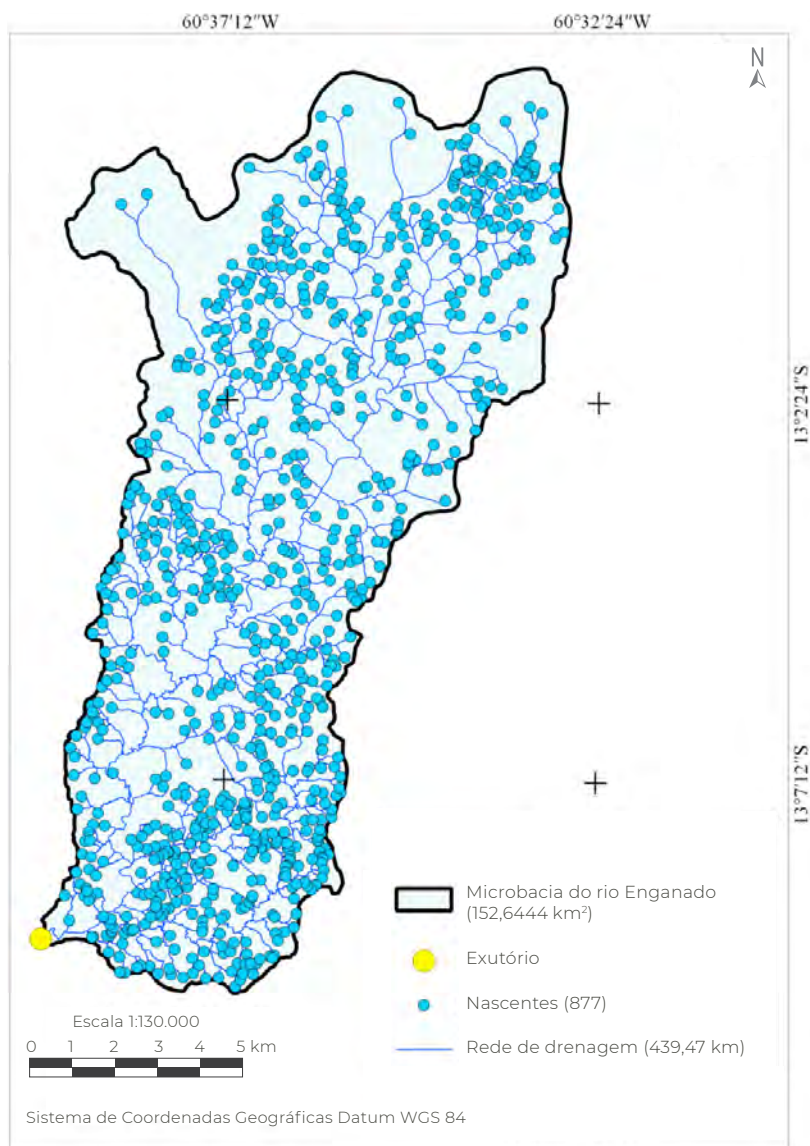


Figura 7 Distribuição das nascentes na microbacia do rio Enganado, Rondônia, Brasil

se possível, a adoção de atividades de baixo impacto no entorno das matas ciliares.

O índice de sinuosidade demonstra que o canal principal é divagante (34,48%). Esta característica é comum em regiões de relevos planos a ondulados (Santos, 2017; Silva, 2017; Simões, 2017), e ocasiona acúmulo de sedimentos na parte interna dos meandros (Gabler *et al.*, 2009) e velocidade mediana de escoamento.

O tempo de concentração é considerado moderado, e está associado com a predominância de relevo plano a ondulado. Em regiões de declividade amenas tem-se baixa velocidade de escoamento superficial, aumentando o tempo de concentração, ou seja, o tempo necessário para que toda a bacia contribua no exutório (Targa *et al.*, 2012).

O uso integrado do SIG, sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento possibilitaram a obtenção de muitas informações

para o planejamento de práticas de manejo, visando a conservação dos recursos hídricos da região. As informações foram obtidas em tempo hábil (aproximadamente 80 h) e armazenadas em meio digital, permitindo atualizações, quantificação dos dados e análise sistêmica da paisagem em qualquer momento. As técnicas digitais têm outras vantagens com relação as técnicas analógicas, tendo em vista que a segunda técnica disponibiliza os dados em mapas de papel (físicos), assim, qualquer alteração ou quantificação depende da realização de um longo e oneroso processo, dependendo da abrangência do mapeamento (Zacharias *et al.*, 2004).

4. Conclusão

A microbacia do rio Enganado tem forma alongada, baixa suscetibilidade a enchentes, predomínio de relevo suave ondulado, altitudes de 255 a 582 m, 2,75 % da área direcionada para uso restrito, hidrografia dendrítica de 6ª ordem, densidade de drenagem de 2,88 km

km⁻², 5,75 nascentes km⁻², índice de sinuosidade de 34,48 % e tempo de concentração de 6 horas e 26 minutos.

Para garantir a manutenção da qualidade da água e disponibilidade de recursos hídricos ao longo do ano nas propriedades rurais e hidrelétricas localizadas na microbacia do rio Enganado, recomenda-se a conservação das áreas de matas ciliares e adoção de práticas de manejo conservacionistas no entorno das áreas de preservação permanentes. Caso seja necessário a recuperação de áreas degradadas na microbacia, deve-se considerar a cabeceira como região prioritária, expandindo-se posteriormente no sentido do exutório.

5. Agradecimentos

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

6. Referência citada

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. & G. SPAROVEK. 2014. "Köppen's climate classification map for Brazil". *Gerbrüder Borntraeger*, 22(6): 711-728.
- ALVES, J. M. D. P. e P. T. A. CASTRO. 2003. "Influência de feições geológicas na morfometria da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análises de padrões de lineamentos". *Revista Brasileira de Geociências*, 33(2): 117-124.
- AMORIM, R. S.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. e A. T. MATOS. 2001. "Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, 5(1): 124-130.
- ARONOFF, S. 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. WDL Publications. Ottawa, Canada.
- ALASKA SATELLITE FACILITY (ASF). 2017. Disponível em: <https://www.asf.alaska.edu/> [Consulta: setembro, 2017].

- BELTRAME, A. V. 1994. *Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação*. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, Brasil.
- BRASIL. 1997. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>.
- BRASIL. 2012. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm
- CARDOSO, C. A.; TEIXEIRA DIAS, H. C.; BOECHAT SOARES, C. P. 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.
- COSTA, E. B. S.; SILVA, C. L. e M. L. SILVA. 2013. “Caracterização física de bacias hidrográficas na região de Manaus-AM”. *Caminhos de Geografia*, 14(46): 93-100.
- DORIGUEL, F.; CAMPOS, S. e O. DELMANTO JUNIOR. 2015. “Caracterização morfométrica da microbacia do córrego Maria Pires, Santa Maria da Serra, estado de São Paulo, Brasil”. *Energia na Agricultura*, 30(4): 372-377.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2013. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, Brasil.
- FAIRFULL, S. & G. WITHERIDGE. 2003. *Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings*. NSW Fisheries, Cronulla. Sydney, Australien.
- FERREIRA, A. M. M. e E. SALATI. 2005. “Forças de transformação do ecossistema amazônico”. *Estudos Avançados*, 19(54): 25-44.
- FERREIRA JUNIOR, O. 1998. *Geo Studio Tecnologia Ltda. Belo Horizonte, MG - Brasil*. Registro INPI Nº 28.820. Disponível em: <http://www.trackmaker.com/main/pt/> [Consulta: outubro, 2017].
- 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. United States of America.
- GOOGLE EARTH. 2018. Colorado do Oeste, Brasil. 12°59’33,50”S, 60°36’12,69”W, altitude de 512 m. Colorado do Oeste, Brasil. 12°59’15,88”S, 60°33’53,65”W, altitude de 484 m. Colorado do Oeste, Brasil. 12°59’27,47”S, 60°33’46,42”W, altitude de 492 m. DigitalGlobe 2017. <http://www.earth.google.com> [Consulta: junho, 2018].
- HELBEL, A. F.; NUNES, M. L. A. e M. MARCHETTO. 2014. “Determinação de áreas sujeitas à inundação do Igarapé Pintado em Ji-Paraná–Rondônia utilizando geotecnologias e caracterização morfométrica”. *VETOR-Revista de Ciências Exatas e Engenharias*, 24(2): 111-126.
- 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 NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). 2018. *Acervo fundiário*. Disponível em: <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. [Consulta: maio, 2018].
- KENT, K. M.; WOODWARD, D. E.; HOEFT, C. C.; HUMPAL, A. & G. CERRELLI. 2010. "Time of Concentration". In: United States Department of Agriculture. PART 630 *Hydrology National Engineering Handbook*. p. 15.1-15.15. United States Department of Agriculture. Washington DC, United States of America.
- 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 NASCIMENTO, F. A. L. 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).
- LIMA, W. P. 2006. *As florestas plantadas e a água: Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento*. RiMa. São Carlos, Brasil.
- MARINELLI, A. L.; MONTEIRO, M. R.; AMBRÓSIO, J. D.; BRANCIFORTI, M. C.; KOBAYASHI, M. e A. D. NOBRE. 2008. "Desenvolvimento de compósitos poliméricos com fibras vegetais naturais da biodiversidade: uma contribuição para a sustentabilidade amazônica". *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 18(2): 92-99.
- MOGLEN, G. E.; ELTAHIR, E. A. & R. L. BRAS. 1998. "On the sensitivity of drainage density to climate change". *Water Resources Research*, 34(4): 855-862.
- NARDINI, R. C.; GOMES, L. N.; CAMPOS, S. e G. R. SILVEIRA. 2016. "Análise da caracterização morfométrica da microbacia do Ribeirão dos Patos, Bofete (SP)". *Geografia*, 24(2): 25-39.
- PARVIS, M. 1950. "Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks". *Photogrammetric Engineering*, 16(3): 387-408.
- PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W. e A. S. FERRAUDO. 2004. "Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP)". *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28(2): 297-305.
- POLLO, R. A.; BARROS, B. S. X.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G. e V. A. RODRIGUES. 2012. "Caracterização morfométrica da microbacia do Ribeirão Água da Lucia, Botucatu-SP". *Applied Research & Agrotechnology*, 5(1): 163-174.
- QGIS Development Team. 2015. *QGIS Geography Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>
- ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M. e F. F. N. MARCUZZO. 2017. "Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO". *Ciência e Natura*, 39(2): 320-340.
- SANTOS, L. P. 2017. *Índice de desmatamento e características morfométricas da microbacia do rio Tinguí, Amazônia, Brasil*. Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. e S. H. SHIMIZU. 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 badlands of Perth Amboy, New Jersey". *Geological Society of America Bulletin*, 67(5): 597-646.
- SECRETARIA ESTADUAL DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL (SEDAM). 2012. *Meteorologia: Boletins Climatológicos Anuais*. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, Porto Velho, Brasil.

- SILVA, A. F. 2017. *Caracterização morfológica e índice de desmatamento na microbacia hidrográfica do Igarapé D'Alincourt*. Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal.
- SILVA, J. L. e K. C. TONELLO. 2014. "Morfometria da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas-SP". *Irriga*, 19(1): 103-114.
- SILVA, L. P. e V. MANIESI. 2005. "Avaliação dos limites de uso e ocupação e as pequenas centrais hidrelétricas da sub-bacia do rio Enganado, Rondônia: uma proposta de uso sustentável". *Geociências*, 24(3): 267-276.
- 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.
- SIMÕES, C. 2017. *Caracterização morfológica da sub-bacia do Alto Rio Pimenta Bueno, Rondônia, Brasil*. Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal.
- SOARES, L. S.; LOPES, W. G. R.; CASTRO, A. C. L. e G. M. C. ARAUJO. 2016. "Análise morfológica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado". *Revista do Departamento de Geografia*, 31: 82-100.
- STRAHLER, A. N. 1957. "Quantitative analysis of watershed geomorphology". *Transactions of American Geophysical Union*, 38(6): 913-20.
- TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. N.; DIAS, N. W. e F. C. MATOS. 2012. "Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil". *Ambiente & Água*, 7(2): 120-142.
- TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S. e F. P. LEITE. 2006. "Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG". *Revista Árvore*, 30(5): 849-857.
- VILLELA, S. M. e A. MATTOS. 1975. *Hidrologia aplicada*. McGraw-Hill, São Paulo, Brasil.
- ZACHARIAS, A. A.; FREITAS, M. I. C. e M. C. SANCHES. 2004. Cartas de dissecação horizontal e vertical do relevo – a Proposta de Spiridonov: Um estudo comparativo entre mapeamentos obtidos por meio de técnicas analógicas e técnicas digitais. *V Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO)*. pp. 1-15. Santa Maria, Brasil (02-07 de agosto).