



## GEOMORFOMETRIA DA MICROBACIA DO RIO SETE VOLTAS, AMAZÔNIA, BRASIL

### GEOMORPHOMETRY OF THE MICROBASIN OF THE SETE VOLTAS RIVER, AMAZON, BRAZIL

Nara Rúbia Vieira Boone<sup>1</sup>, Jakeline Johem<sup>1</sup>, Sídna Primo dos Anjos<sup>1</sup>, Camilla Sulzbacher Haus<sup>1</sup>, Ariane Cristine Rebelo Lima<sup>1</sup>, Juliana Padovan de Oliveira<sup>1</sup>, Jhony Vendruscolo<sup>1</sup>, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro<sup>1\*</sup>; Diogo Martins Rosa<sup>1</sup> & Rosalvo Stachiw<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, RO, Brasil

\*Autor correspondente: Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, rural.cavalheiro@gmail.com

#### Resumo

A microbacia é a unidade ideal para o planejamento e a gestão ambiental e, conseqüentemente, para auxiliar no desenvolvimento sustentável da região. Assim, objetivou-se com este trabalho realizar a caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do rio Sete Voltas, por meio de geotecnologias e equações. A microbacia tem área de 335,96 km<sup>2</sup>, perímetro de 121,85 km, forma alongada, altitudes de 224 a 597 m, predominância do relevo ondulado, elevado potencial para mecanização agrícola e baixa influência na propagação de fogo na maior parte da área, padrão de drenagem dendrítico de 7ª ordem, elevadas densidades de rios, drenagem e nascentes, canal principal sinuoso, elevada eficiência de manutenção e baixo tempo de concentração. A microbacia tem potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, contudo, é necessário adotar práticas conservacionistas nestes sistemas e manter a vegetação nativa nas áreas protegidas por Lei para conservar os recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Amazônia Ocidental, recursos hídricos, características de relevo, planejamento ambiental.

#### Abstract

The microbasin is the ideal unit for environmental planning and management and, consequently, to assist in the sustainable development of the region. Thus, the objective of this work was to carry out the hydrogeomorphometric characterization of the Sete Voltas river microbasin, through geotechnologies and equations. The microbasin has an area of 335.96 km<sup>2</sup>, a perimeter of 121.85 km, elongated shape, altitudes from 224 to 597 m, predominance of wavy relief, high potential for agricultural mechanization and low influence on the spread of fire in most of the area, dendritic drainage pattern, 7th order river hierarchy, high densities of rivers, drainage and springs, sinuous main channel, high maintenance efficiency and low concentration time. The microbasin has potential for the development of agricultural/livestock activities, however, it is necessary to adopt conservationist practices in these systems and maintain native vegetation in areas protected by law to conserve water resources.

**Keywords:** Western Amazon, water resources, relief features, environmental planning.



## INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural limitado (dotado de valor econômico) e indispensável à subsistência da vida, por ter influência direta no clima do planeta [1]. Esse recurso pode ser gerido adequadamente quando se utiliza a bacia hidrográfica como unidade territorial de gestão administrativa e para estudo dos recursos hídricos [2, 3, 4]. As bacias são áreas naturais de captação de precipitações pluviométricas, formadas por um conjunto de nascentes e uma rede de drenagem que direciona o fluxo hídrico para uma única saída, conhecida como exutório ou foz [5].

As bacias hidrográficas podem ser divididas em sub-bacias, formadas pelos rios secundários que desaguam no rio principal, e as sub-bacias podem ser fragmentadas em microbacias, compostas por rios terciários que desaguam nos rios secundários [6, 7]. Assim, observa-se uma ordem hierárquica onde as microbacias têm menores dimensões, de modo que são mais recomendadas para a gestão dos recursos hídricos, por facilitar o levantamento das características da paisagem, e aumentar o nível de detalhamento das informações.

A dinâmica hídrica da microbacia é influenciada pelos atributos hidrogeomorfológicos da paisagem (geometria, topografia e hidrografia) [8]. As informações das características hidrogeomorfológicas auxiliam na compreensão das taxas de infiltração e deflúvio [9], e permitem estabelecer uma correlação dos fatores que constituem a superfície terrestre com a litologia e estrutura geológica [10]. Assim, é possível analisar a suscetibilidade a enchentes e processos erosivos, avaliar o potencial hídrico, selecionar áreas para aptidão agropecuária, florestal e silvícola, e escolher as técnicas de manejo mais eficientes para conservação dos recursos naturais.

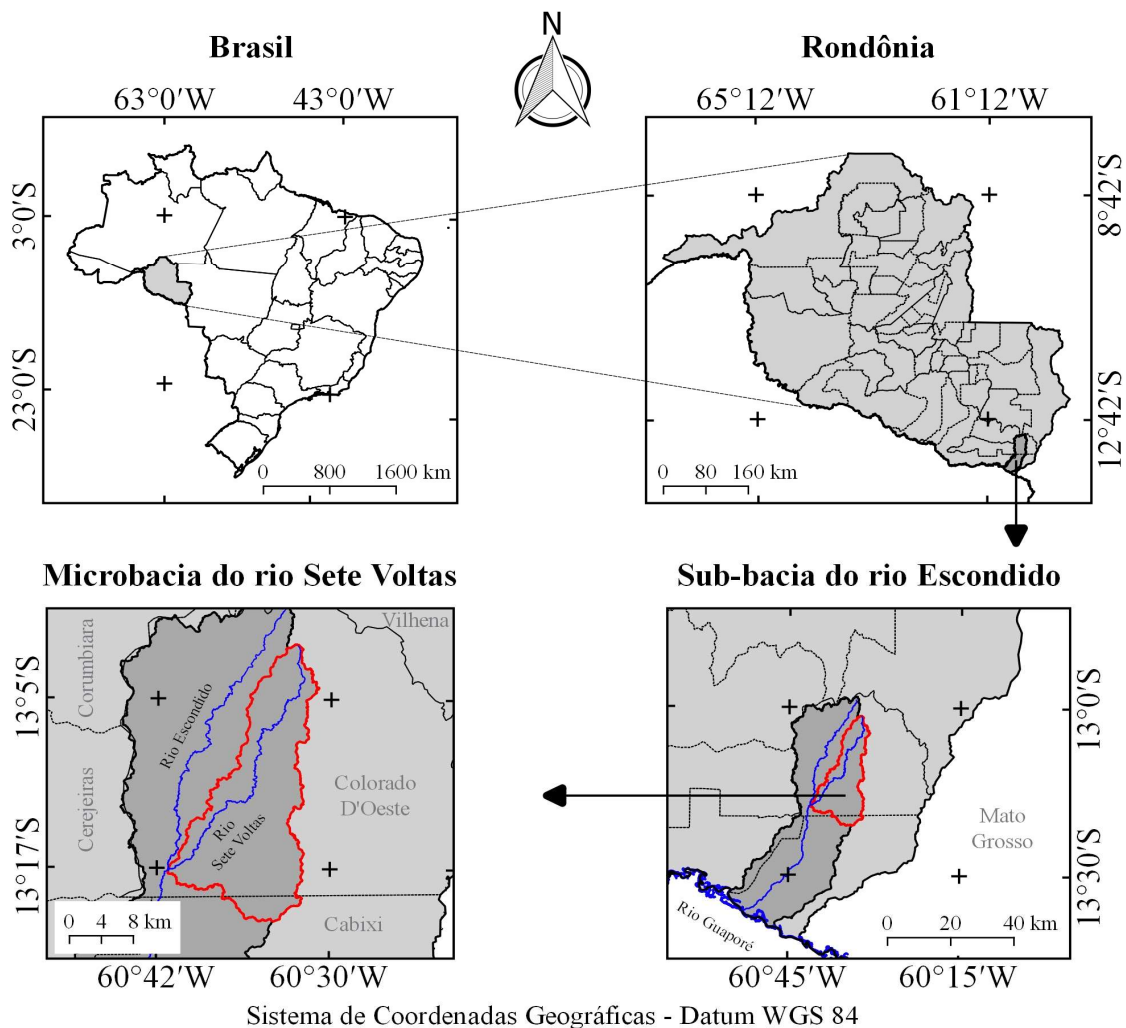
A microbacia do rio Sete Voltas está inserida na sub-bacia do rio Escondido, pertencente à bacia do rio Guaporé. Esta região tem grande importância para o Cone Sul do Estado de Rondônia, por abranger 399 propriedades rurais destinadas para atividades de agropecuária [11], um laticínio e abastecer a área urbana do município de Colorado do Oeste. Apesar da importância desta microbacia, constata-se poucas informações na literatura para subsidiar o planejamento e gestão dos recursos hídricos na região. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo realizar a caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do rio Sete Voltas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização e caracterização da área de estudo

A área de estudo é a microbacia do rio Sete Voltas, que abrange os municípios de Colorado do Oeste (93,66%) e Cabixi (6,34%), Estado de Rondônia (Figura 1). A região tem clima do tipo Monção (Am) [12], precipitação anual de 1.728,9 a 1.843,7 mm [13], temperatura média anual de

23,7 °C, umidade relativa média anual de 80% [14], e vegetação nativa de transição, biomas de Cerrado e Floresta Amazônica [15].



Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum WGS 84

**Figura 1.** Localização da microbacia do rio Sete Voltas, Rondônia, Brasil.

### Caracterização Morfométrica

Foram analisados os parâmetros geométricos (área, perímetro, fator de forma, coeficiente de compacidade e índice de circularidade), topográficos (altitude e relevo) e hidrográficos (padrão de drenagem, ordem dos cursos d'água, densidade hidrográfica, densidade de drenagem, densidade de nascentes, índice de sinuosidade, coeficiente de manutenção e tempo de concentração). A caracterização hidrogeomorfológica foi realizada nas seguintes etapas:

**1ª Etapa:** edição da rede de drenagem com a ferramenta "Adicionar caminho" do software *Google Earth Pro* (GEP). As trilhas foram salvas em formato *Keyhole Markup Language* (kml), unidas e ordenadas no software *TrackMaker Free* (TMF). Em seguida, obteve-se o padrão de drenagem comparando-se o resultado com dados de [16].



**2ª Etapa:** delimitou-se e mensurou-se a área e o perímetro no software GEP. Nesta etapa levou-se em consideração os sulcos naturais da paisagem com auxílio da ferramenta 3D, e a rede de drenagem delimitada na etapa 1.

**3ª Etapa:** os parâmetros fator de forma, coeficiente de compacidade e índice de circularidade, denotam a suscetibilidade a enchentes da microbacia, e foram calculados com as equações 1, 2 [17] e 3 [18].

$$F = \frac{A}{L^2} \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde: F = fator de forma; A = área de drenagem da microbacia (km<sup>2</sup>); e L = comprimento do eixo da microbacia (km).

$$Kc = 0,28x \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde: Kc = coeficiente de compacidade; P = perímetro da microbacia (km); e A = área de drenagem da microbacia (km<sup>2</sup>).

$$Ic = \frac{12,57xA}{P^2} \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde: IC = índice de circularidade; A = área de drenagem da microbacia (km<sup>2</sup>); e P = perímetro da microbacia (km).

**4ª Etapa:** mensurou-se as altitudes mínima e máxima, diretamente das imagens de satélite Alos, produto RTC (Sensor Palsar com resolução espacial de 12,5 m) [19], e a altitude média com a ferramenta "Estatística por Zona", no software QGIS 2.10.1 (versão Pisa) [20]. Em seguida, mensurou-se a declividade na paisagem (%), com a ferramenta "Modelo Digital de Elevação", com base nas imagens do satélite Alos.

**5ª Etapa:** mensurou-se as densidades de drenagem, hidrográfica e de nascentes com as equações 4 [21], 5 [22] e 6 [23].

$$Dd = \frac{L}{A} \quad \text{(Equação 4)}$$



Onde:  $D_d$  = densidade de drenagem ( $\text{km km}^{-2}$ );  $L$  = comprimento total dos canais da microbacia (km); e  $A$  = área de drenagem da microbacia ( $\text{km}^2$ ).

$$D_n = \frac{N}{A} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:  $D_h$  = densidade hidrográfica (rios  $\text{km}^{-2}$ );  $N$  = número de rios de primeira ordem da microbacia;  $A$  = área de drenagem da microbacia ( $\text{km}^2$ ).

$$D_n = \frac{N}{A} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:  $D_n$  = densidade de nascentes (nascentes  $\text{km}^{-2}$ );  $N_n$  = número de nascentes da microbacia; e  $A$  = área de drenagem da microbacia ( $\text{km}^2$ ).

**6ª Etapa:** as mensurações do índice de sinuosidade, coeficiente de manutenção e tempo de concentração, foram realizadas com as equações 7 [17], 8 [18] e 9 [24].

$$I_s = \frac{L - D_v}{L} \times 100 \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:  $I_s$  = índice de sinuosidade (%);  $L$  = comprimento do canal principal da microbacia (km);  $D_v$  = distância vetorial do canal principal da microbacia (km).

$$C_m = \frac{1}{D_d} \times 1000 \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:  $C_m$  = coeficiente de manutenção ( $\text{m}^2 \text{m}^{-1}$ );  $D_d$  = densidade de drenagem da microbacia ( $\text{km km}^{-2}$ )

$$T_c = 57x \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (\text{Equação 9})$$

Onde:  $T_c$  = tempo de concentração (h);  $L$  = comprimento do talvegue principal da microbacia (km);  $H$  = desnível entre a parte mais elevada e a seção de controle da microbacia (m).

**7ª Etapa:** classificou-se os parâmetros fator de forma, coeficiente de compacidade, índice de circularidade, ordem da rede de drenagem, densidade hidrográfica, densidade de drenagem, índice de sinuosidade e relevo, com dados da literatura (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores de referência para classificação de parâmetros geométricos, drenagem e relevo.

Parâmetro	Unidade	Limite	Classe	Autor
Fator de forma (F)	-	< 0,50	Não sujeito a enchentes	1
		0,50 – 0,75	Tendência média a enchentes	
		0,76 – 1,00	Sujeito a enchentes	
Coeficiente de compacidade (Kc)	-	1,00 – 1,25	Alta propensão a enchentes	1
		1,26 – 1,50	Tendência média a enchentes	
		> 1,50	Não sujeito a enchentes	
Índice de circularidade (Ic)	-	0,36 – 0,50	Forma alongada	2
		0,51 – 0,75	Forma intermediária	
		0,76 – 1,00	Forma circular	
Ordem da rede de drenagem	-	1	Improvável habitat de peixes	3
		2	Baixas condições para habitação	
		3	Moderadas condições para habitação	
		≥ 4	Elevadas condições para habitação	
Densidade hidrográfica (Dh)	rios km <sup>-2</sup>	< 3	Baixa	4
		3 – 7	Média	
		7 – 15	Alta	
		> 15	Muito alta	
Densidade de drenagem (Dd)	km km <sup>-2</sup>	< 0,50	Baixa	5
		0,50 – 2,00	Média	
		2,01 – 3,50	Alta	
		> 3,50	Muito alta	
Índice de sinuosidade (Is)	%	< 20	Muito reto	6
		20 – 29	Reto	
		30 – 39,9	Divagante	
		40 – 49,95	Sinuoso	
		> 50	Muito sinuoso	
Relevo	%	0 – 3	Plano	7
		3 – 8	Suave ondulado	
		8 – 20	Ondulado	
		20 – 45	Forte ondulado	
		45 – 75	Montanhoso	

Fontes: 1 [25], 2 [26], 3 [27], 4 [28], 5 [29], 6 [30] e 7 [31].



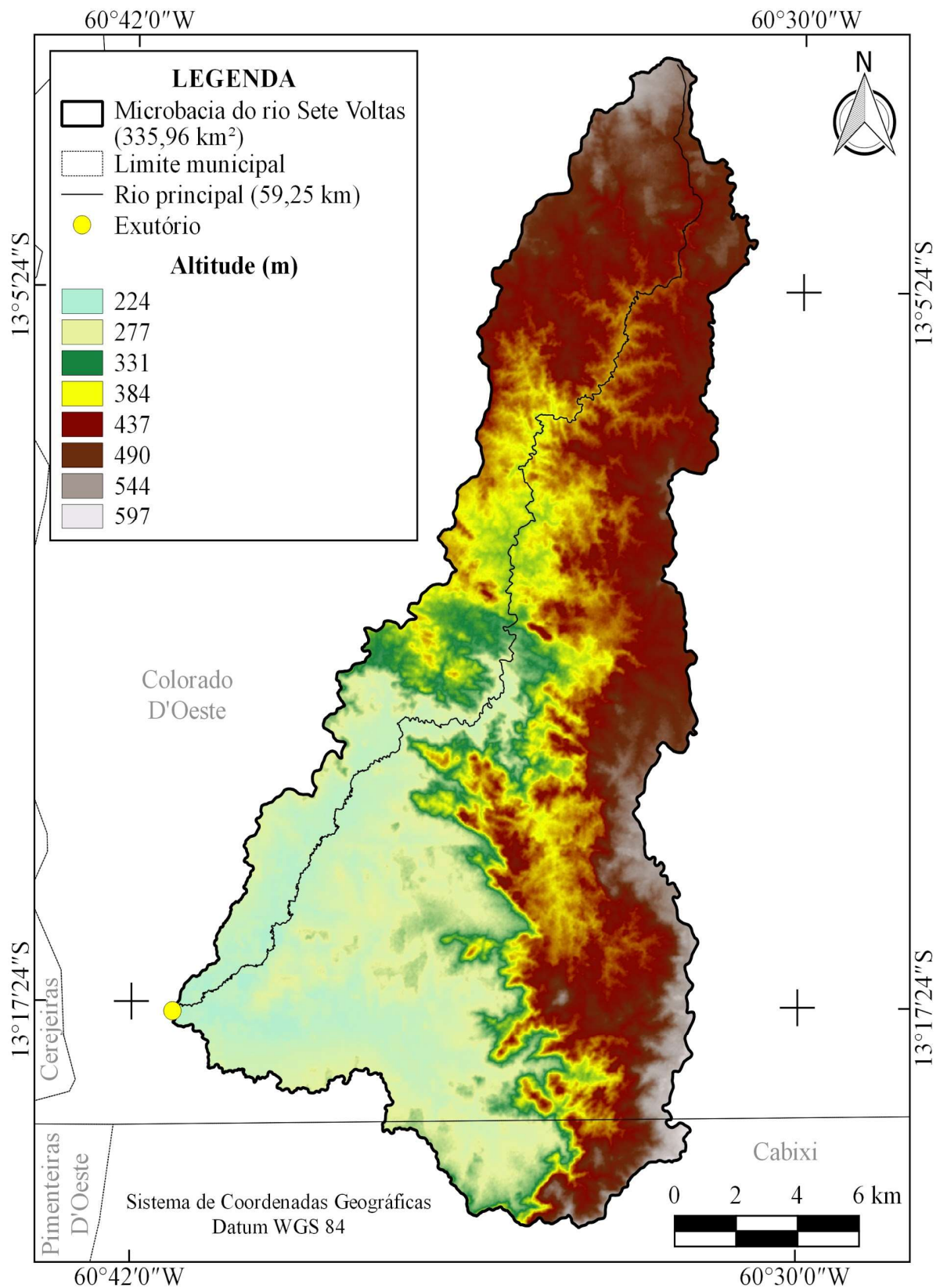
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microbacia do rio Sete Voltas tem área de 335,96 km<sup>2</sup>, perímetro de 121,85 km, fator de forma de 0,22, coeficiente de compacidade de 1,86 e índice de circularidade de 0,28. Com base nos dados geométricos é possível inferir que a microbacia tem forma alongada, que lhe confere baixa susceptibilidade a enchentes, em condições normais de precipitação. Quando comparado o formato circular com o formato alongado em microbacias de áreas equivalentes, constata-se que o formato alongado propicia maior tempo para escoamento de água, e baixa probabilidade de ocorrência de precipitação pluviométrica em toda área simultaneamente [17].

A altitude variou de 224 m a 597 m, com média de 378 m e amplitude altimétrica de 373 m (Figura 2). A altitude tem influência direta na temperatura do ar, precipitação, evapotranspiração [32], e conseqüentemente, na flora [33]. Com o incremento na altitude observa-se a redução da temperatura, 0,6 °C a cada 100 m de ascensão vertical [34], resultando em menor quantidade de energia necessária para evaporação de água, precipitações mais elevadas [35] e maior disponibilidade de água para os cursos ao longo do ano. Portanto, a microbacia pode ter um gradiente térmico de 2,23 °C e maiores precipitações no lado leste, sendo esta a área prioritária para reflorestamentos e manutenção da cobertura florestal, juntamente com as áreas de matas ciliares.

A altitude, associada a capacidade de drenagem do solo, influencia a distribuição de espécies, como exemplo tem-se as espécies *Aspidosperma macrocarpon* Mart. (Guatambu) e *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Smith (Cerejeira), as quais tem melhor adequabilidade ambiental nas áreas de várzea não inundável com altitudes de 108 a 255 m, enquanto que para as espécies *Aspidosperma parvifolium* A. DC. (Peroba-vermelha), *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. (Garapeira) e *Astronium lecointei* Ducke (Maracatiara) a maior adaptação ocorre em ambientes com solos úmidos a bem drenados em altitudes de até 255 m [36].

As espécies *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (Maria-mole) e *Albizia polycephala* (Benth.) Killip (Angico Branco) tem maior valor de Dominância, Cobertura e Importância, na altitude de 100 m, e a *Eriotheca pentaphylla* (Vell.) A. Robyns (Paineira) sobressai em relação a esses três parâmetros na altitude de 500 m [37]. Assim, constata-se que as espécies florestais citadas podem apresentar potencial econômico na microbacia em estudo, contudo são necessários mais estudos para confirmar essa hipótese.



**Figura 2.** Hipsometria da microbacia do rio Sete Voltas, Rondônia, Brasil.

O relevo varia de plano a escarpado, com predominância das classes ondulado (40,38%) e suave ondulado (34,51%) (Figura 3).



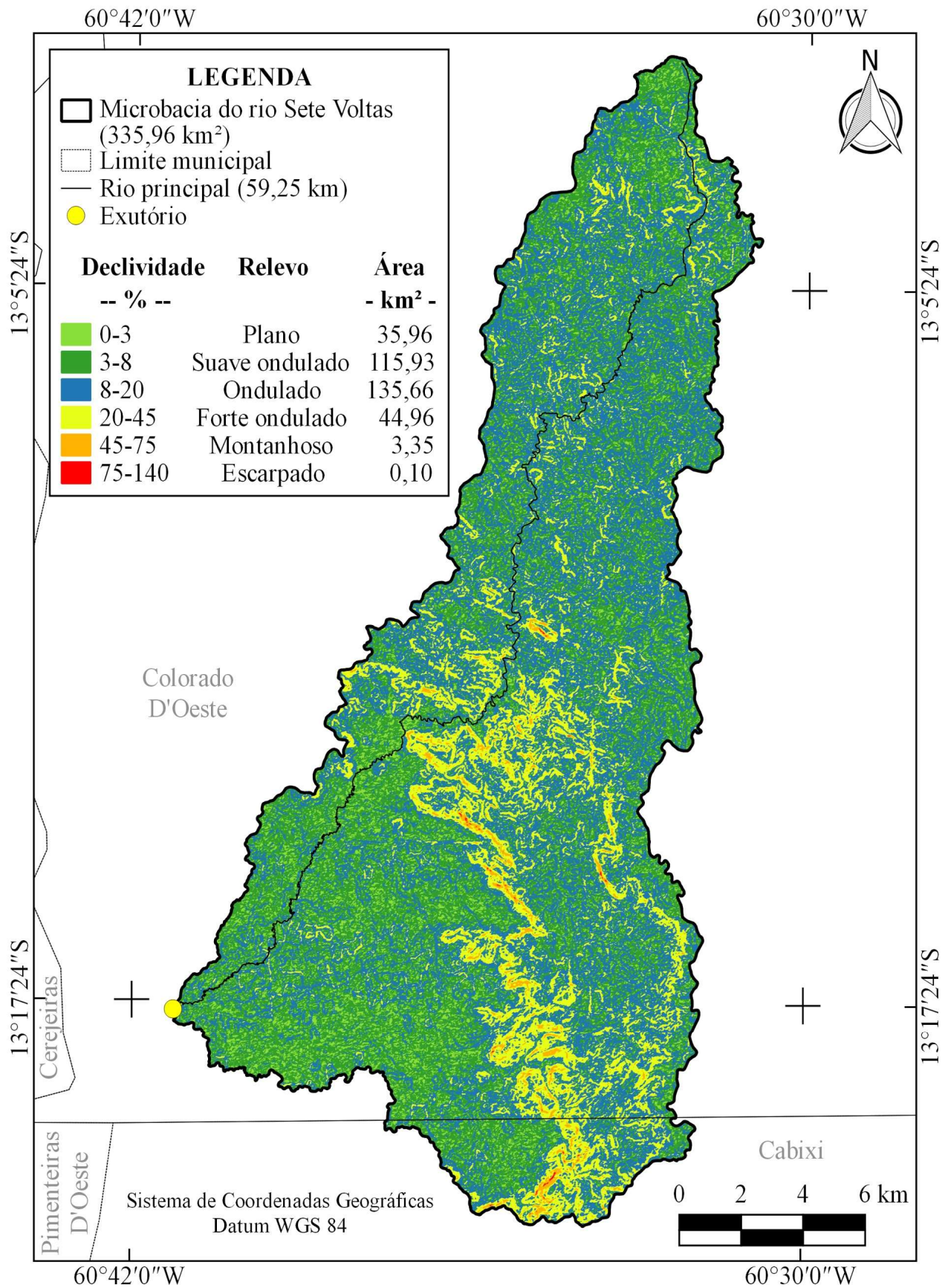


Figura 3. Relevo da microbacia do rio Sete Voltas, Rondônia, Brasil.



Os resultados demonstram que 85,59% da região tem de 0 a 20% de declividade, e indicam baixa suscetibilidade a perda de solos por erosão hídrica, baixa propensão à propagação do fogo, baixo risco de enchentes e potencial para mecanização agrícola.

Relevos íngremes são mais suscetíveis a erosão hídrica por favorecer o escoamento superficial e, conseqüentemente, perdas de solos, nutrientes e matéria orgânica [38; 39]. Nestas regiões recomenda-se a manutenção da cobertura florestal ou práticas integradas de manejo conservacionista (mecânica, vegetativa e edáfica), para facilitar a infiltração de água e proporcionar adequada cobertura do solo [40]. Declividades < 15% indicam baixo nível de influência na propagação do fogo, 16-25% moderado nível e 26-35% alto nível [41]. Áreas com declividade de 0 a 5% são consideradas extremamente aptas à mecanização agrícola, 5,1 a 10% são muito aptas, 10,1 a 15% são aptas, 15,1 a 20% são moderadamente aptas e > 20% são classificadas como não recomendadas [42].

A rede de drenagem (1.651,87 km) tem padrão dendrítico de 7ª ordem (Figura 4), densidade hidrográfica de 14,22 rios km<sup>-2</sup>, densidade de drenagem de 4,92 km km<sup>-2</sup>, densidade de nascentes de 14,22 nascentes km<sup>-2</sup> (Figura 5), índice de sinuosidade de 43,38%, coeficiente de manutenção de 203,4 m<sup>2</sup> m<sup>-1</sup> e tempo de concentração de 11 h e 44 min. Assim, constata-se que a microbacia tem rede de drenagem bem ramificada, elevada complexidade de ecossistemas aquáticos, altas densidades (hidrográfica, drenagem e nascentes), canal principal sinuoso e baixo tempo de concentração.

Os dados relacionados com os altos valores de ordem e densidade hidrográfica confirmam a elevada eficiência do sistema de drenagem e o grande potencial para originar novos cursos de água na microbacia, corroborando com os trabalhos de Tonello et al. [10] e Lana et al. [43], respectivamente. Esses valores estão relacionados com o elevado índice pluviométrico e relevos íngremes da região, que favorecem o processo de escoamento superficial. Portanto, nas áreas antropizadas há maiores tendências de formar novos canais de drenagem, tornando a rede de drenagem cada vez mais ramificada e complexa.

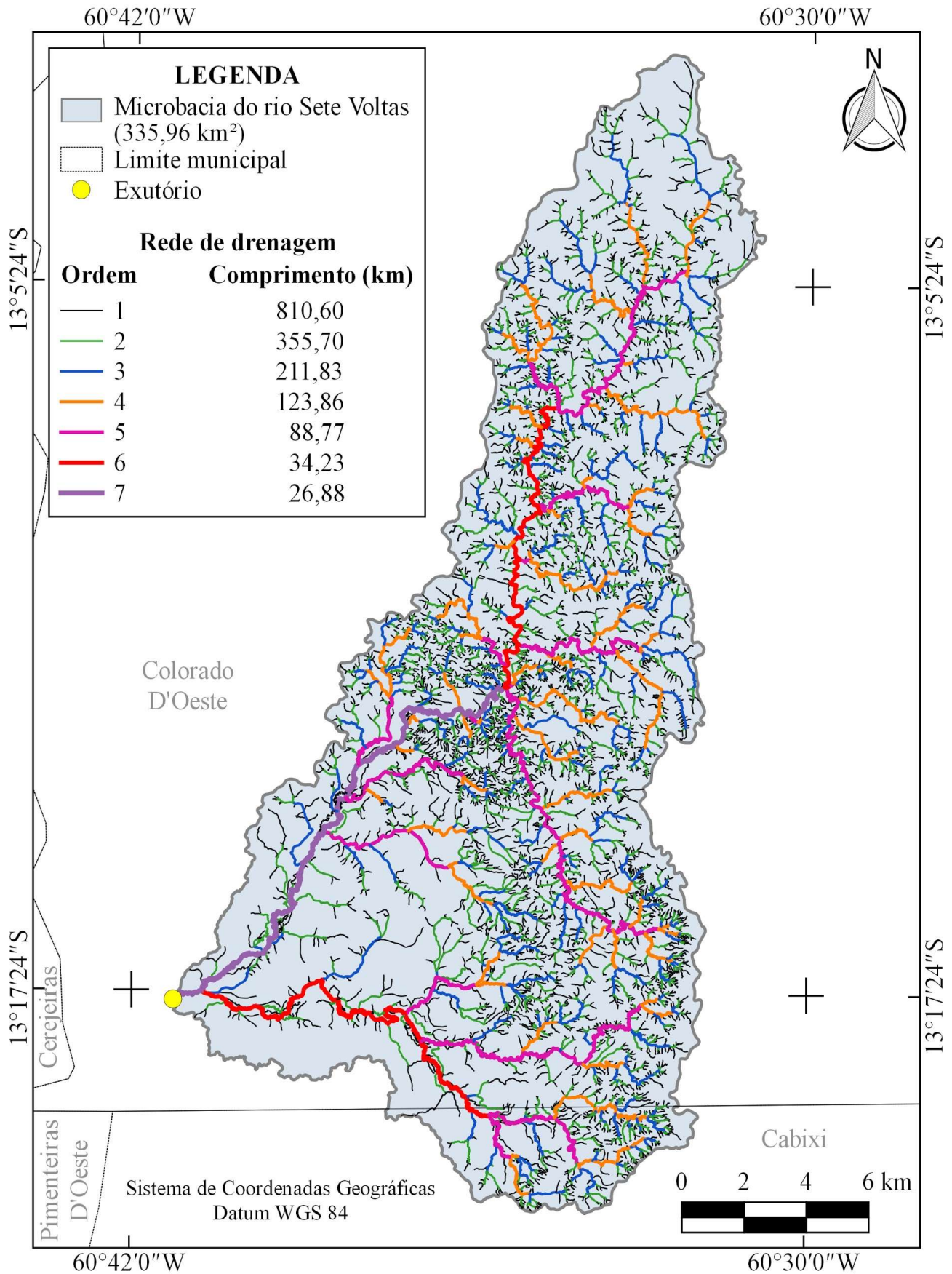
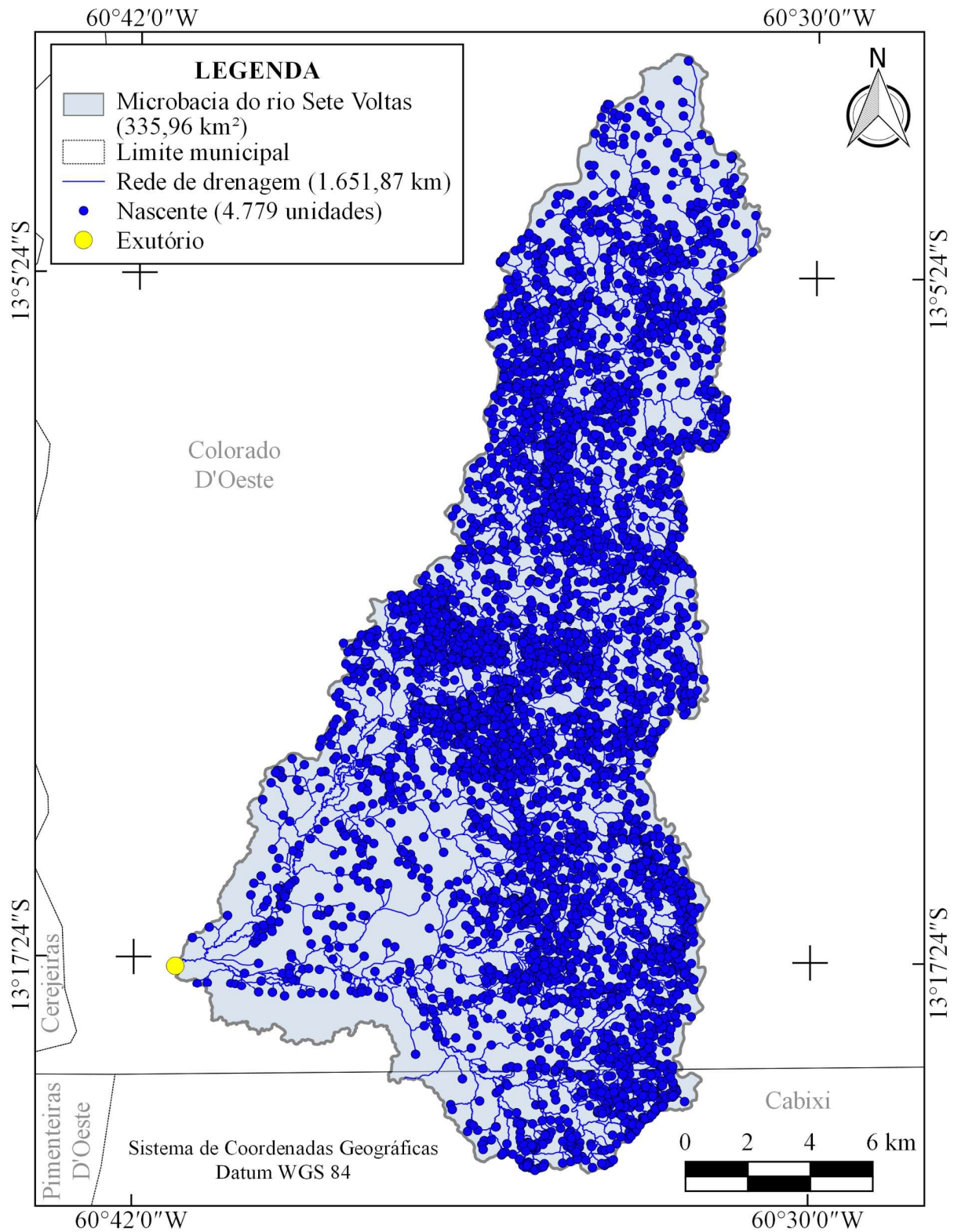


Figura 4. Rede e ordem de drenagem da microbacia do rio Sete Voltas, Rondônia, Brasil.

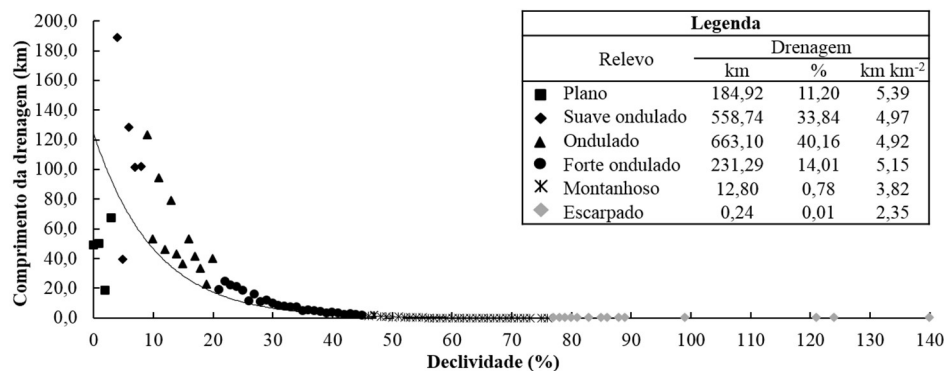


**Figura 5.** Distribuição das nascentes na microbacia do rio Sete Voltas, Rondônia, Brasil.

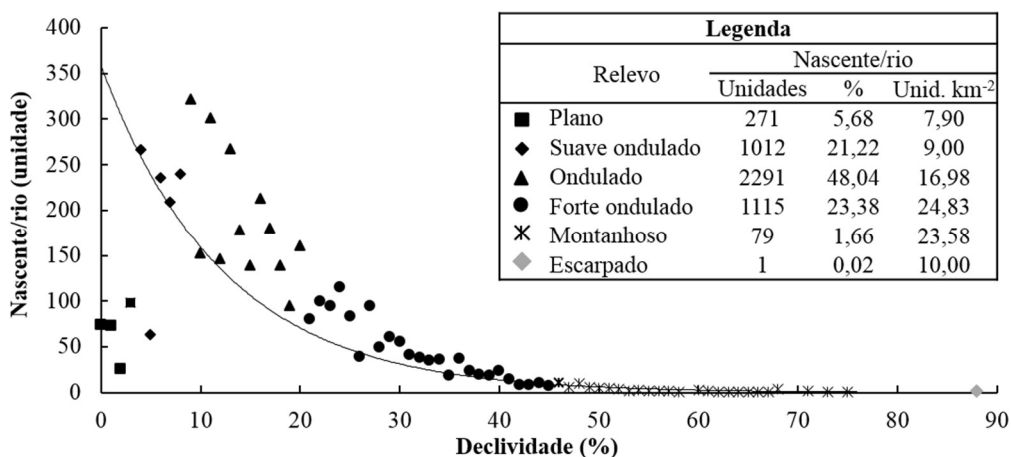
As altas densidades, relacionadas com a rede de drenagem, sugerem que a microbacia tem elevado potencial para a captação de água. Neste contexto, verifica-se que a área urbana do município de Colorado do Oeste tende a ter baixa probabilidade de escassez hídrica, contudo,

esse problema pode ocorrer em função do crescimento de sistemas agropecuários na microbacia. Estes sistemas podem ocasionar reduções da quantidade de água disponível, seja pelo consumo ou pela redução da qualidade. Diante deste possível cenário, recomenda-se o monitoramento da vazão ao longo do ano, a manutenção das áreas de matas ciliares e reservas legais, e a adoção de práticas de manejo conservacionista que favoreçam a infiltração e a capacidade de retenção de água no solo, e reduzam as perdas por evaporação.

A distribuição da rede de drenagem, rios e nascentes é influenciada pelo relevo da região (Figuras 6 e 7). A rede de drenagem está distribuída principalmente nas classes de relevo suave ondulado a forte ondulado, em função da grande dimensão destas áreas, contudo, a maior densidade de drenagem está localizada na classe de relevo plano, e decresce conforme aumenta-se a declividade. Os rios e nascentes também estão concentrados principalmente nas classes de relevos suave ondulado a forte ondulado, e os valores das densidades demonstraram um comportamento em formato de parábola, com elevação constante até o relevo forte ondulado, decrescendo a partir desta classe.



**Figura 6.** Influência do relevo na distribuição da rede de drenagem na microbacia do rio Sete Voltas, Rondônia, Brasil.



**Figura 7.** Influência do relevo na distribuição de nascentes e rios na microbacia do rio Sete Voltas, Rondônia, Brasil.



O canal sinuoso da microbacia reduz a velocidade do fluxo hídrico, proporcionando maior tempo de retenção da água no sistema, e a retenção de sedimentos nas partes internas dos meandros. Essa característica é importante para o sistema agropecuário e para a área urbana por regular a quantidade de água disponível ao longo do ano, reduzindo os riscos de escassez hídrica em períodos de estiagem, que ocorrem de junho a outubro, ou veranicos. As praias formadas nos meandros também têm importância ecológica e social, por serem utilizadas como berçários para reprodução de quelônios [44], e desenvolvimento de atividades de lazer como pesca e banho [45].

Com relação ao coeficiente de manutenção, observa-se que a microbacia tem alta eficiência quando comparada com a sub-bacia dos rios Perdizes ( $286,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$ ) e Fojo ( $243,9 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$ ) [46], e com a bacia do rio Taquara ( $1.022,6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$ ) [47]. A alta eficiência denota que é necessária baixa quantidade de área para manutenção dos rios, e conseqüentemente, baixa suscetibilidade a escassez hídrica na região, desde que sejam adotados manejos para conservação dos mananciais.

O tempo de concentração de 11 h e 44 min. está diretamente relacionado com o formato alongado da microbacia, a sinuosidade do canal principal e com as características topográficas da região, e sugere uma velocidade média de  $0,19 \text{ km h}^{-1}$ . Assim, constata-se que o tempo de concentração e a velocidade média do fluxo hídrico da microbacia do rio Sete Voltas é inferior aos encontrados nas bacias dos rios Verdinho ( $15,13 \text{ h}$  e  $0,31 \text{ km h}^{-1}$ ), Ribeirão Monte Alegre ( $12,44 \text{ h}$  e  $0,33 \text{ km h}^{-1}$ ) e São Tomaz ( $13,02 \text{ h}$  e  $0,32 \text{ km h}^{-1}$ ) [48]. O reduzido tempo de concentração não representa problemas para a população em condições de enchentes, visto que o canal principal não está inserido dentro da área urbana do município de Colorado do Oeste, apenas seus afluentes. Porém, para evitar problemas futuros, recomenda-se reservar as áreas próximas ao canal principal para a construção de parques florestais no plano diretor, evitando a expansão urbana nesta direção.

É importante destacar que as características de relevo e da drenagem foram influenciadas pela predominância de rochas com baixa permeabilidade (Figura 8). Inicialmente, em áreas com precipitações elevadas, o intemperismo das rochas expostas torna-se mais intenso, formando paisagens com relevos de baixa declividade [49]. Em seguida, após a formação do solo, as rochas subjacentes de baixa permeabilidade, dificultam ou impedem a infiltração de água nos períodos de precipitação pluviométrica, ocasionando a saturação do solo e, conseqüentemente, o escoamento superficial e a formação de canais bem distribuídos, em função da predominância de relevos planos.

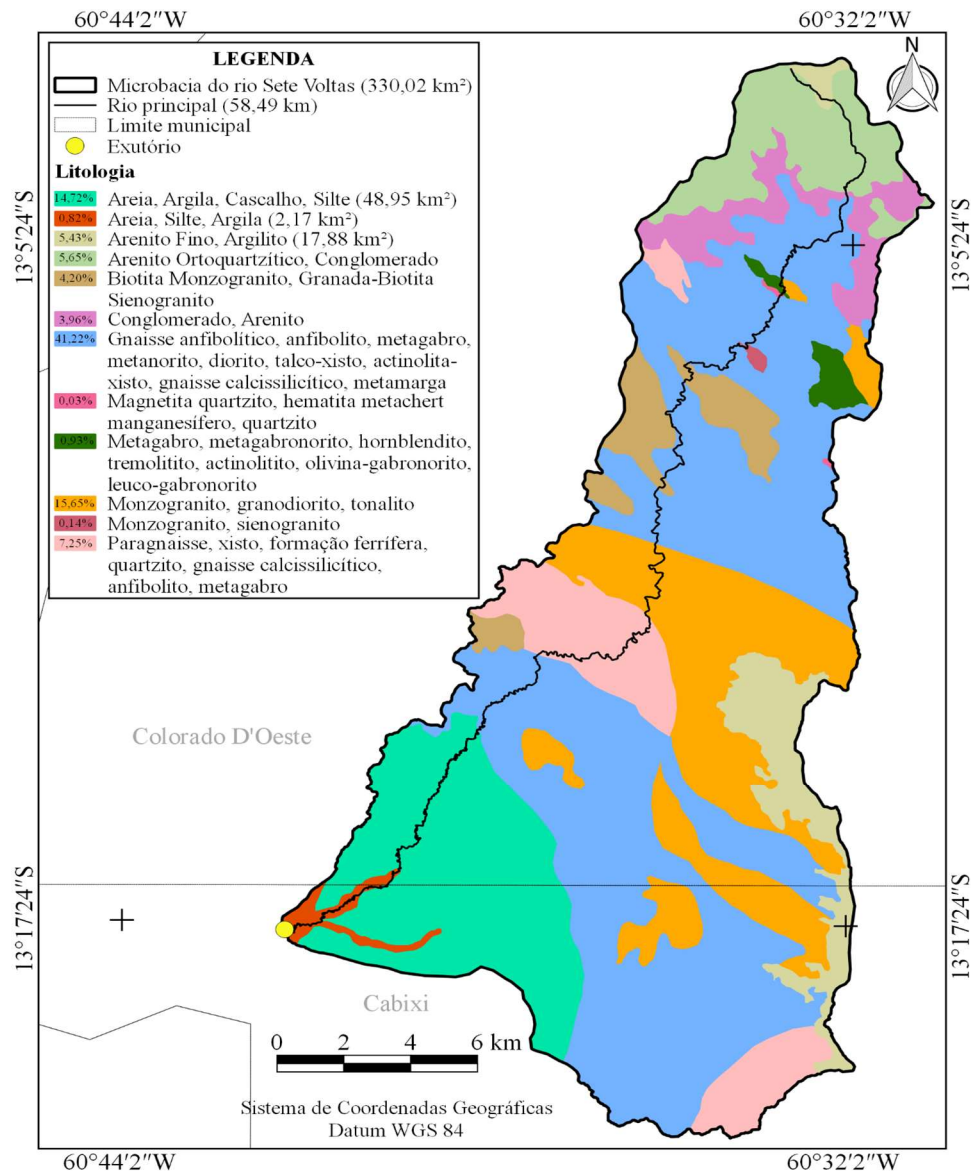


Figura 8. Litologia da microbacia do rio Sete Voltas, Rondônia, Brasil.

## CONCLUSÃO

A microbacia do rio Sete Voltas tem área de 335,96 km<sup>2</sup>, perímetro de 121,85 km, forma alongada, baixa suscetibilidade a enchentes, altitudes de 224 a 597 m, predominância de relevos planos a ondulados, baixa suscetibilidade a erosão e escassez hídrica, elevado potencial para mecanização agrícola, baixa influência na propagação de fogo. A rede de drenagem tem padrão dendrítico de alta complexidade, elevadas densidades de rios, drenagem e nascentes, canal principal sinuoso, elevada eficiência de manutenção e baixo tempo de concentração.

As áreas localizadas na região leste da microbacia (maiores altitudes), com declives acentuados são prioritárias para elaboração e execução de projetos de conservação e recuperação da floresta nativa, assim como as áreas de matas ciliares, para reduzir os riscos de erosão hídrica, e garantir a disponibilidade e qualidade da água ao longo do ano.



## REFERÊNCIAS

- [1] LUNARDI, J.; RABAIOLLI, J.A. Valorização e preservação dos recursos hídricos na busca pelo desenvolvimento rural sustentável. **OKARA: Geografia em debate**, v. 7, n. 1, p. 44-62, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/okara/article/view/15094>. Acesso em: 01 de set. 2018.
- [2] BRASIL. Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília, 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm). Acesso em: set. de 2018.
- [3] GUARIZ, H.R. **Morfometria e atributos físicos do solo da microbacia do córrego Jaqueira, Alegre-ES**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008. Disponível em: [http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaObraForm.do?select\\_action=&co\\_autor=65742](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaObraForm.do?select_action=&co_autor=65742). Acesso em: 03 de set. de 2018.
- [4] PEGADO, R.S. **Geotecnologia como instrumento de gestão de recursos hídricos: estudo da Bacia do Tucunduba - Belém (PA)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Pará, Belém, 2010. Disponível em: <https://ppgec.propesp.ufpa.br/index.php/en/theses-and-dissertations/master-thesis/223-2010>. Acesso em: 10 de set. de 2018.
- [5] TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- [6] FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. CATIE: Turrialba, 1996.
- [7] SANTANA, D.P. **Manejo integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.
- [8] LORENZON, A.S.; FRAGA, M.D.S.; MOREIRA, A.R.; ULIANA, E.M.; SILVA, D. D.D.; RIBEIRO, C.A.A.S.; BORGES, A. C. Influência das características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Benevente nas enchentes no município de Alfredo Chaves-ES. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 1, p. 195-206, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1475>
- [9] TEODORO, V.L.I.; 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. **Revista Uniara**, n. 20, p. 137-157, 2007. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236>
- [10] TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.; SOUZA, A.L.D.; RIBEIRO, C.A.A.S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019>
- [11] INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. 2019. Acervo fundiário. Disponível em: <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: 13 de maio de 2019.
- [12] ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- [13] FRANCA, R.R. Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. **Revista Geografias**, v. 11, n. 1, p. 44-58, 2015. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13392>
- [14] SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Boletim Climático de Rondônia - 2010**. Porto Velho: SEDAM, 2012.
- [15] MIRANDA, I.S.; ALMEIDA, S.S.; DANTAS, P.J. Florística e estrutura de comunidades arbóreas em cerrados de Rondônia, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 4, p. 419-430, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000400004>





- [16] PARVIS, M. Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. **Photogrammetric Engineering**, n.16, p.387-409, 1950. Disponível em: <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/HRBbulletin/28/28-002.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2018.
- [17] VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.
- [18] CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo-SP: Edgard Blucher, 1980.
- [19] ASF - Alaska Satellite Facility. Disponível em: <https://www.asf.alaska.edu/>. Acesso em: 10 de abril de 2018.
- [20] QGIS Development Team. **QGIS Geographi Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. 2015. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 08 de maio de 2018.
- [21] CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969. Disponível em: <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=GEODEBRGM7018027336>. Acesso em: 09 de abril de 2018.
- [22] HORTON, R. E. Drainage basin characteristics. **Transactions, American Geophysical Union**, v. 13, n. 1, p. 350-361, 1932. DOI: <https://doi.org/10.1029/TR013i001p00350>
- [23] MACHADO, G.; SOUZA, J. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Chôco-Ibaiti-PR. **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina**. 2005. p. 8366 – 8382. eISSN 1676-6288
- [24] TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. D.; DIAS, N. W.; MATOS, F. C. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 2, p. 120-142, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- [25] LIMA JÚNIOR, J.C.; LAVOR VIEIRA, W.; MACÊDO, K.G. **Determinação das características morfométricas da sub-bacia do Riacho Madeira Cortada, Quixelô, CE**. In: VII Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 19-21, 2012, Tocantins. *Anais VII Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação*. Tocantins. p. 1-7, 2012. ISBN 978-85-62830-10-5
- [26] SILVA, Q.D. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente: 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/101458>. Acesso em: 24 de maio de 2022.
- [27] FAIRFULL, S.; WITHERIDGE, G. **Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings**. Cronulla: NSW Fisheries, 2003. Disponível em: <https://vgls.sdp.sirsidynix.net.au/client/search/asset/1294758>. Acesso em: 19 de agosto de 2018.
- [28] LOLLO, J.A. **O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas**. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995. Disponível em: [https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/31/14210644d0921f19f16917dbae636256\\_70c63f5c6041c9edb8e7213620af076d.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/31/14210644d0921f19f16917dbae636256_70c63f5c6041c9edb8e7213620af076d.pdf). Acesso em: 12 de abril de 2018.
- [29] BELTRAME, A.V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Dissertação (Mestre em Ciência Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.
- [30] ROMERO, V.; FORMIGA, K.T.M.; MARCUZZO, F.F.N. Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO. **Ciência e Natura**, v. 39, n. 2, p. 320-340, 2017. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17706>. Acesso em: 18 de abril de 2018.
- [31] SANTOS, R.; LEMOS, R.; SANTOS, H.; KER, J.; ANJOS, L.S. **Manual de descrição e coleta de solo no campo. Revista e ampliada**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 6 ed., 100 p, 2013.



- [32] FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L.E.; AGUIAR, A.V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. **REA - Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 49-64, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2008v10n1p49-64>
- [33] MÉIO, B.B.; FREITAS, C.V.; JATOBÁ, L.; SILVA, M.E.; RIBEIRO, J.F.; HENRIQUES, R.P. Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado sensu stricto. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 4, p. 437-444, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042003000400002>
- [34] BISCARO, G.A. **Meteorologia agrícola básica**. Cassilândia: Gráfica e Editora União Ltda., 2007.
- [35] FENILLE, M.C.; CARDIM, M. Correlação espacial entre a altitude e as precipitações pluviométricas no estado de São Paulo. **Geociências**, v. 26, n. 2, p. 135-141, 2007. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/1746>. Acesso em: 14 de maio de 2018.
- [36] FIGUEIREDO, S.D.M.; VENTICIQUE, E.; FIGUEIREDO, E.O.; FERREIRA, E. J. L. Predição da distribuição de espécies florestais usando variáveis topográficas e de índice de vegetação no leste do Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 2, p. 167-174, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1038606>. Acesso em: 17 de abril de 2018.
- [37] RODRIGUES, G.A. **Influência da altitude na estrutura da floresta de encosta na ilha da Marambaia, RJ**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal), Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://rima.im.ufrj.br:8080/jspui/handle/1235813/5316>. Acesso em: 11 de março de 2018.
- [38] ROSS, S.M.; DYKES, A. Soil conditions, erosion and nutrient loss on steep slopes under mixed dipterocarp forest in Brunei Darussalam. **Tropical Rainforest Research - Current Issues**, n. 74, p. 259-270, 1996. ISBN 0-7923-4038-8
- [39] PEREIRA, S.B.; PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.D.; MATOS, A.T.D. Desprendimento e arraste do solo pelo escoamento superficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 423-429, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662003000300003>
- [40] COGO, N.P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 4, p. 743-753, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000400019>
- [41] RIBEIRO, C.A.A.S.; SOARES, V.P.; SANTOS, R.M.D.; SOARES, C.P.B. Estruturação topológica de grandes bases de dados de bacias hidrográficas. **Revista. Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 687-696, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000400010>
- [42] HÖFIG, P.; ARAUJO-JUNIOR, C.F. Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no estado do Paraná. **Coffee Science**, v. 10, n. 2, p. 195-203, 2015. DOI: <https://doi.org/10.25186/cs.v10i2.833>
- [43] LANA, C.E.; ALVES, J.M.P.; CASTRO, P.T.A. Análise morfométrica da bacia do Rio Tanque, MG, Brasil. **Revista Escola de Minas**, v. 54, n. 2, p. 121-126, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0370-44672001000200008>
- [44] ANDRADE, P.C.M. **Criação e Manejo de Quelônios no Amazonas**. Manaus: Ibama/Pró-Várzea, 2008.
- [45] STACHIW, R. **Cartilha das águas de Rondônia**. Rolim de Moura: Gráfica e Editora Express LTDA ME, 2017.
- [46] SANTOS, A.M.D.; TARGA, M.D.S.; BATISTA, G.T.; DIAS, N.W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.945>
- [47] STIPP, N.A.F.; CAMPOS, R.A.; CAVIGLIONE, J.H. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Taquara – uma contribuição para o estudo das ciências ambientais. **Portal da Cartografia**, v. 3, n. 1, p. 105-124, 2010. Disponível em:



<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/article/view/8929>. Acesso em: 07 de maio de 2018.

[48] SANTOS, G.O.; SILVA, A.A.; BRAZ, A.R.C.; CARNEIRO, F.M. Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas inseridas no município de Rio Verde, Goiás, como ferramenta ao planejamento urbano e agrícola. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 22, n. 17, p. 01-13, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236499426572>

[49] BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **A formação dos solos**. In. BRADY, N.C.; WEIL, R.R. (Ed.) Elementos da natureza e propriedades dos solos. São Paulo: Bookman Editora, 2013.