

Hidrogeomorfometria da microbacia alto rio escondido: informações para auxiliar o manejo dos recursos naturais na Amazônia ocidental**Hidrogeomofometric of the alto rio escondido microbasin, western Amazon: informations to support natural resource management**

DOI:10.34117/bjdv6n3-011

Recebimento dos originais: 29/02/2020

Aceitação para publicação: 03/03/2020

Jhony Vendruscolo

Doutor em Ciência do Solo

Instituição: Universidade Federal do Amazonas

Endereço: Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 - Coroado I, Manaus - AM,

CEP: 69067-005

E-mail: jhonyvendruscolo@gmail.com

Fabício Matheus Pimenta Pacheco

Estudante de Engenharia Florestal

Instituição: Universidade Federal do Amazonas

Endereço: Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 - Coroado I, Manaus - AM,

CEP: 69067-005

E-mail: fabriciomatheus95@gmail.com

Henrique de Freitas Ramos

Estudante de Engenharia Agrônoma

Instituição: Universidade Federal do Amazonas

Endereço: Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 - Coroado I, Manaus - AM,

CEP: 69067-005

E-mail: henrique99fr@gmail.com

Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro

Mestre em Ciências Ambientais

Instituição: Cavalheiro Engenharia Rural e Empresarial LTDA, Dep. Pesquisa e Extensão

Endereço: Av. Vereador Edson Santana Mota, 3862, Jequitibá, Rolim de Moura - RO, CEP:

76940-000

E-mail: engflo.ro@gmail.com

Antonio Augusto Marques Rodrigues

Doutor em Agronomia

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Endereço: Av. André Araújo, 2936 - Petrópolis, Manaus - AM, CEP: 69067-375

E-mail: antonioaugustomr@yahoo.com.br

Brazilian Journal of Development

Diogo Martins Rosa

Mestre em Ciências de Florestas Tropicais

Instituição: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental

Endereço: Av. Juscelino Kubitschek, n° 1549, Setor Institucional, Ariquemes – RO

CEP: 76870-972

E-mail: mrosa.diogo@gmail.com

Francisco Adilson dos Santos Hara

Doutor em Biologia

Instituição: Universidade Federal do Amazonas

Endereço: Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 - Coroado I, Manaus - AM,

CEP: 69067-005

E-mail: fhara@ufam.edu.br

João Marcelo Silva do Nascimento

Doutor em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal de Rondônia, Brasil

Endereço: Av. Norte Sul, 7300 - Nova Morada, Rolim de Moura - RO, CEP 76940-000

E-mail: jmarcelo@unir.br

RESUMO

O conhecimento sobre as características da paisagem é o primeiro passo para o planejamento racional da gestão dos recursos naturais. Assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do Alto Rio Escondido, Amazônia Ocidental, com o intuito de disponibilizar informações necessárias para gestão de recursos hídricos às instituições públicas e privadas, e proprietários de imóveis rurais da região. Foram analisados os parâmetros geométricos, topográficos e hidrográficos, utilizando-se softwares de licença livre QGIS e Google Earth, técnicas de geoprocessamento, e imagens de satélite com dados altimétricos. A microbacia tem como características geométricas: 141,9 km² de área, perímetro de 55,81 km, fator de forma de 0,38, coeficiente de compactidade de 1,31 (baixa a média suscetibilidade a enchentes) e índice de circularidade de 0,57 (forma intermediária). Tem como características topográficas: altitudes de 258 a 588 m, predominância das classes de relevo plano (45,8%) e suave ondulado (30,9%), baixa influência de propagação de incêndios em 71,15% da área da microbacia, e 51,15% de área apta a extremamente apta a mecanização agrícola. Tem como características hidrográficas: rede de drenagem de 606,13 km com padrão dendrítico de 7ª ordem (elevada condição para habitação de peixes), densidade hidrográfica de 12,33 rios km⁻² (alta), densidade de drenagem de 4,27 km km⁻² (alta), índice de sinuosidade de 38,77% (canal principal sinuoso), coeficiente de manutenção de 234,1 m² m⁻¹ (alta eficiência de manutenção) e tempo de concentração de 3,01 h (baixo). Recomenda-se a adoção de práticas de manejo conservacionistas do solo, para mitigar possíveis problemas com escoamento superficial em períodos de chuva, que acarretam a contaminação da água, enchentes, diminuição do abastecimento do lençol freático e redução da disponibilidade de água nos

Brazilian Journal of Development

períodos de estiagem. As informações disponibilizadas no artigo podem auxiliar o planejamento e a gestão dos recursos hídricos na região, permitindo a conservação dos recursos naturais para a manutenção da qualidade de vida da atual e futuras gerações.

Palavras-chave: Geotecnologias; Recursos naturais; Planejamento e Gestão; Rondônia.

ABSTRACT

Knowledge of landscape features is the first step in the rational planning of natural resource management, and with regard to water resources, the watershed is the ideal unit for surveying these features. In view of the above, this paper aims to perform the hydrogeomorphometric characterization of the Alto Rio Escondido microbasin, Western Amazon, in order to provide information to public and private institutions, and rural property owners in the region. Geometrical, topographic and hydrographic parameters were analyzed using QGIS and Google Earth free software, geoprocessing techniques, and satellite images with altimetric data. The watershed has the geometric characteristics: 141.9 km², perimeter 55.81 km, form factor 0.38, compactness coefficient 1.31 (low to medium susceptibility to flooding) and circularity index of 0.57 (intermediate form). It has as topographic characteristics: altitudes from 258 to 588 m, predominance of flat (45.8%) and smooth wavy (30.9%) relief classes, low influence of fire spread in 71.15% of the microbasin area, and 51.15% of area suitable for extremely suitable agricultural mechanization. It has as hydrographic characteristics: 606.13 km drainage network with 7th order dendritic pattern (high condition for fish habitation), hydrographic density of 12.33 rivers km⁻² (high), drainage density of 4.27 km km⁻² (high), winding index of 38.77% (meandering main channel), maintenance coefficient of 234.1 m² m⁻¹ (high maintenance efficiency) and concentration time of 3.01 h (low). It is recommended the adoption of soil conservation management practices to mitigate possible problems with runoff in rainy periods, which lead to water contamination, flooding, lowering of the groundwater supply and reduction of water availability during drought periods. The information provided in the article can help the planning and management water resources in the region, allowing the conservation of natural resources to maintain the quality of life for current and future generations.

Keywords: Geotechnologies; Natural resources; Planning and management; Rondônia.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável da agropecuária depende da quantidade e qualidade de recursos naturais explorados, com destaque para os hídricos. Estes recursos são bem geridos quando se utiliza a bacia hidrográfica como unidade de planejamento (Brasil, 1997). As bacias amazônicas têm grandes dimensões, sendo comum suas divisões em sub-bacias, e estas em microbacias, visando aumentar o nível de detalhamento das características da paisagem, e

Brazilian Journal of Development

e elevar a eficiência do planejamento e gestão dos recursos hídricos (Cavalheiro e Vendruscolo, 2019).

A microbacia do Alto Rio Escondido está inserida na bacia hidrográfica do rio Guaporé e sub-bacia do rio Enganado (SEDAM, 2002), abrange 206 propriedades rurais (INCRA, 2019) e tem a agropecuária como base econômica. Além da questão econômica, esta microbacia tem grande importância ecológica, sendo necessária para a manutenção do ecossistema natural do rio Guaporé, que atua como um corredor para o intercâmbio de espécies da fauna e flora entre a Amazônia e o Pantanal (Silva et al., 2015). Apesar da grande relevância desta microbacia na área de estudos ambientais, há uma escassez de informações da paisagem para o planejamento do crescimento econômico regional e da conservação dos recursos hídricos.

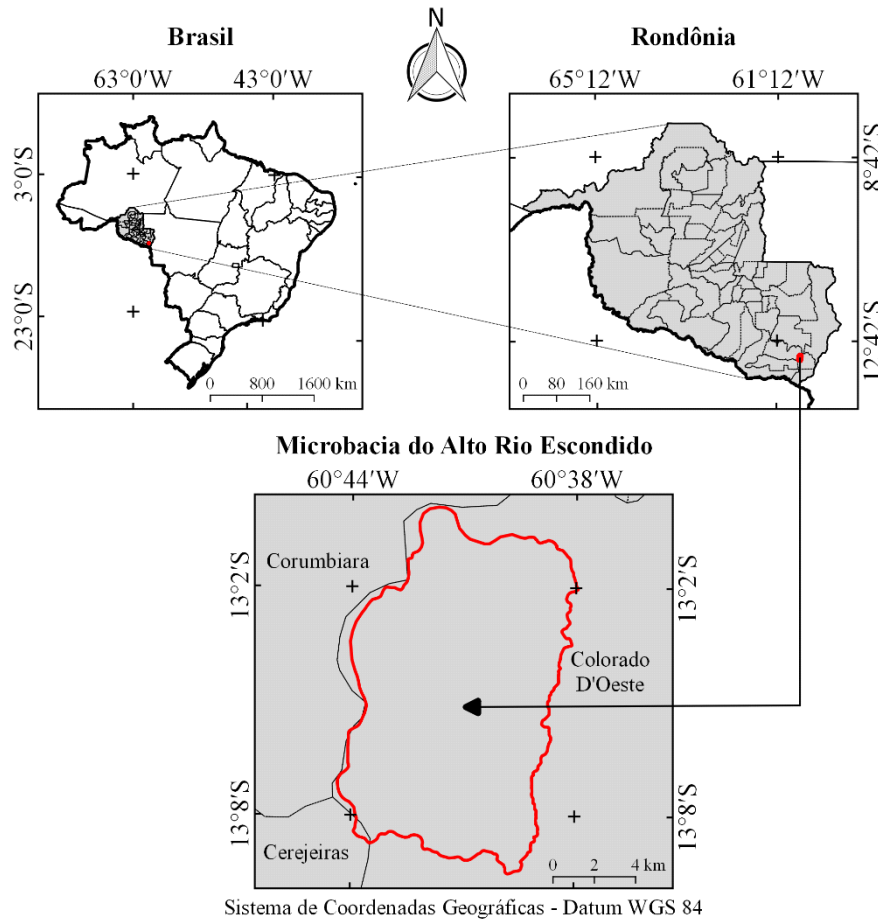
As informações da paisagem das microbacias podem ser coletadas em campo ou com geotecnologias. A segunda opção tem vantagens de permitir a formação de um banco de dados em tempo hábil e com baixo custo financeiro. Também facilita o planejamento de estratégias de manejo (por gerar e combinar mapas digitais), a avaliação da eficiência de estratégias de manejo adotadas em anos anteriores, a realização de prospecções de cenários futuros e o monitoramento das mudanças ambientais. Em função destas características o uso de geotecnologias tem sido utilizadas com frequência na caracterização de microbacias no estado de Rondônia (Moreto et al., 2019; Santos et al., 2019; Silva et al., 2019; Soares et al., 2019; Vendruscolo et al., 2019), disponibilizando informações detalhadas da paisagem e contribuindo para a eficiência do planejamento e da gestão dos recursos hídricos.

Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo realizar a caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do Alto Rio Escondido, visando disponibilizar informações para os produtores rurais, instituições públicas e privadas, e poder público da região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na microbacia do Alto Rio Escondido (Figura 1). O clima da região é classificado como Monção, com temperaturas médias entre 24 e 26°C (Alvares et al., 2014) e precipitações totais anuais entre 1.728,9 e 1.843,7 mm (Franca, 2015).

Figura 1 - Mapa de localização da microbacia do Alto Rio Escondido, Rondônia, Brasil.



No presente trabalho foram analisados os parâmetros geométricos (área, perímetro, fator de forma, coeficiente de compacidade e índice de circularidade), topográficos (altitude mínima, altitude média, altitude máxima e relevo) e hidrográficos (padrão de drenagem, ordem dos rios, densidade hidrográfica, densidade de drenagem, índice de sinuosidade, coeficiente de manutenção e tempo de concentração). O estudo foi realizado em seis etapas, descritas detalhadamente a seguir:

Etapa 1: identificação e confecção vetorial da rede de drenagem, com a ferramenta “adicionar caminhos” do software *Google Earth*. As trilhas foram salvas em formato KML e encaminhadas para o software QGIS 2.10.1 (versão Pisa) (QGIS Development Team, 2015), onde foram salvas em formato SHP, editadas e unidas em uma única camada. Posteriormente, foi realizada a classificação do padrão de drenagem por comparação com dados de Parvis (1950).

Etapa 2: delimitação do perímetro da microbacia com o software *Google Earth* (ferramenta “adicionar polígono”), utilizando a rede de drenagem e as características topográficas da região

Brazilian Journal of Development

como referências. As mensurações da área e perímetro foram realizadas com a ferramenta “Calculadora de campo” no software QGIS.

Etapa 3: mensuração do fator de forma, coeficiente de compacidade e índice de circularidade, com as equações 1, 2 (Villela e Mattos, 1975) e 3 (Santos et al., 2012).

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

Onde: F = fator de forma; A = área de drenagem da microbacia (km²); e L = comprimento do eixo da microbacia (km).

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

Onde: Kc = coeficiente de compacidade; P = perímetro da microbacia (km); e A = área de drenagem da microbacia (km²).

$$IC = 12,57 \times [A / (P^2)] \quad (3)$$

Onde: IC = índice de circularidade; A = área de drenagem da microbacia (km²); e P = perímetro da microbacia (km).

Etapa 4: mensurações das altitudes mínima e máxima, diretamente das imagens do satélite ALOS (Sensor Palsar), produto RTC com resolução espacial de 12,5 m (ASF, 2017). A altitude média foi obtida com a ferramenta “Estatística por Zona”, no software QGIS. Em sequência, mediu-se a declividade na paisagem (%), com a ferramenta “Modelo Digital de Elevação”.

Etapa 5: mensurações das densidades hidrográfica e de drenagem, com as equações 4 (Santos et al., 2012) e 5 (Horton, 1932). Para a avaliação da densidade hidrográfica foram extraídas e quantificadas as nascentes da rede de drenagem, com a ferramenta “Stream feature extractor”, tendo em vista que, cada nascente representa o início de um rio.

$$Dh = NR / A \quad (4)$$

Onde: Dh = densidade hidrográfica (rios km⁻²); NR = número de rios; A = área de drenagem da microbacia (km²).

$$Dd = L / A \quad (5)$$

Onde: Dd = densidade de drenagem (km km⁻²); L = comprimento total dos canais (km); e A = área de drenagem da microbacia (km²).

Brazilian Journal of Development

Etapa 6: mensurações do índice de sinuosidade, coeficiente de manutenção e tempo de concentração, com as equações 6 (Villela e Mattos, 1975), 7 (Santos et al., 2012) e 8 (Kirpich, 1940, apud Targa et al., 2012).

$$Is = 100 \times [(L - Dv) / L] \quad (6)$$

Onde: Is = índice de sinuosidade (%); L = comprimento do canal principal (km); Dv = distância vetorial do canal principal (km).

$$Cm = (1 / Dd) \times 1000 \quad (7)$$

Onde: Cm = coeficiente de manutenção ($m^2 m^{-1}$); Dd = densidade de drenagem ($km km^{-2}$)

$$Tc = 0,57 \times (L^3 / H)^{0,385} \quad (8)$$

Onde: Tc = tempo de concentração (h); L = comprimento do talvegue principal (km); H = desnível entre a parte mais elevada e a secção de controle (m).

Etapa 7: classificação dos 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 0,50 – 0,75 0,76 – 1,00	Não sujeito a enchentes Tendência média a enchentes Sujeito a enchentes	1
Coeficiente de compacidade (Kc)	-	1,00 – 1,25 1,26 – 1,50 >1,50	Alta propensão a enchentes Tendência média a enchentes Não sujeito a enchentes	1
Índice de circularidade (Ic)	-	0,36 – 0,50 0,51 – 0,75 0,76 – 1,00	Forma alongada Forma intermediária Forma circular	2
Ordem da rede de drenagem	-	1 2 3 ≥ 4	Improável habitat de peixes Baixas condições para habitação Moderadas condições para habitação Elevadas condições para habitação	3
Densidade hidrográfica (Dh)	rios km^{-2}	<3 3 – 7 7 – 15 >15	Baixa Média Alta Muito alta	4
Densidade de drenagem (Dd)	$km km^{-2}$	<0,50 0,50 – 2,00 2,01 – 3,50 >3,50	Baixa Média Alta Muito alta	5
Índice de sinuosidade (Is)	%	<20 20 – 29 30 – 39,9	Muito reto Reto Divagante	6

		40 – 49,95 >50	Sinuoso Muito sinuoso	
Relevo	%	0 – 3 3 – 8 8 – 20 20 – 45 45 – 75	Plano Suave ondulado Ondulado Forte ondulado Montanhoso	7

Fontes: 1 – Lima Júnior et al. (2012); 2 – Silva (2012); 3 – Adaptado de Fairfull & Whiteridge (2003); 4 – Lollo (1995); 5 – Beltrame (1994); 6 – Romero et al. (2017); 7 – Santos et al. (2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

A microbacia do Alto Rio Escondido tem área de 141,9 km², perímetro de 55,81 km, fator de forma de 0,38, coeficiente de compacidade de 1,31 e índice de circularidade de 0,57. Esses resultados denotam que a microbacia tem formato intermediário entre as formas alongada e circular, com baixa a média suscetibilidade a enchentes. De acordo com estudos realizados por Vilella e Matos (1975), uma bacia de formato alongado é menos suscetível a enchentes por ter menor probabilidade de ocorrência de precipitação pluviométrica simultânea em toda área, em comparação com bacias circulares de área equivalente.

Em trabalhos realizados por Moreto et al. (2019), Soares et al. (2019) e Vendruscolo et al. (2019), nas microbacias dos rios Enganado, Santa Teresinha e Médio Rio Escondido, respectivamente, também foram observadas baixas a médias suscetibilidades a enchentes. Estas microbacias pertencem a sub-bacia do rio Escondido, ou seja, a mesma sub-bacia onde está inserida a microbacia em estudo, portanto, essa é uma característica que ocorre na região do Vale do Guaporé. Apesar da microbacia do Alto Rio Escondido apresentar suscetibilidade baixa a média de ocorrência a enchentes, do ponto de vista geométrico, é importante destacar que podem ocorrer grandes enchentes em função da mudança de uso do solo e características do relevo.

3.2 CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS

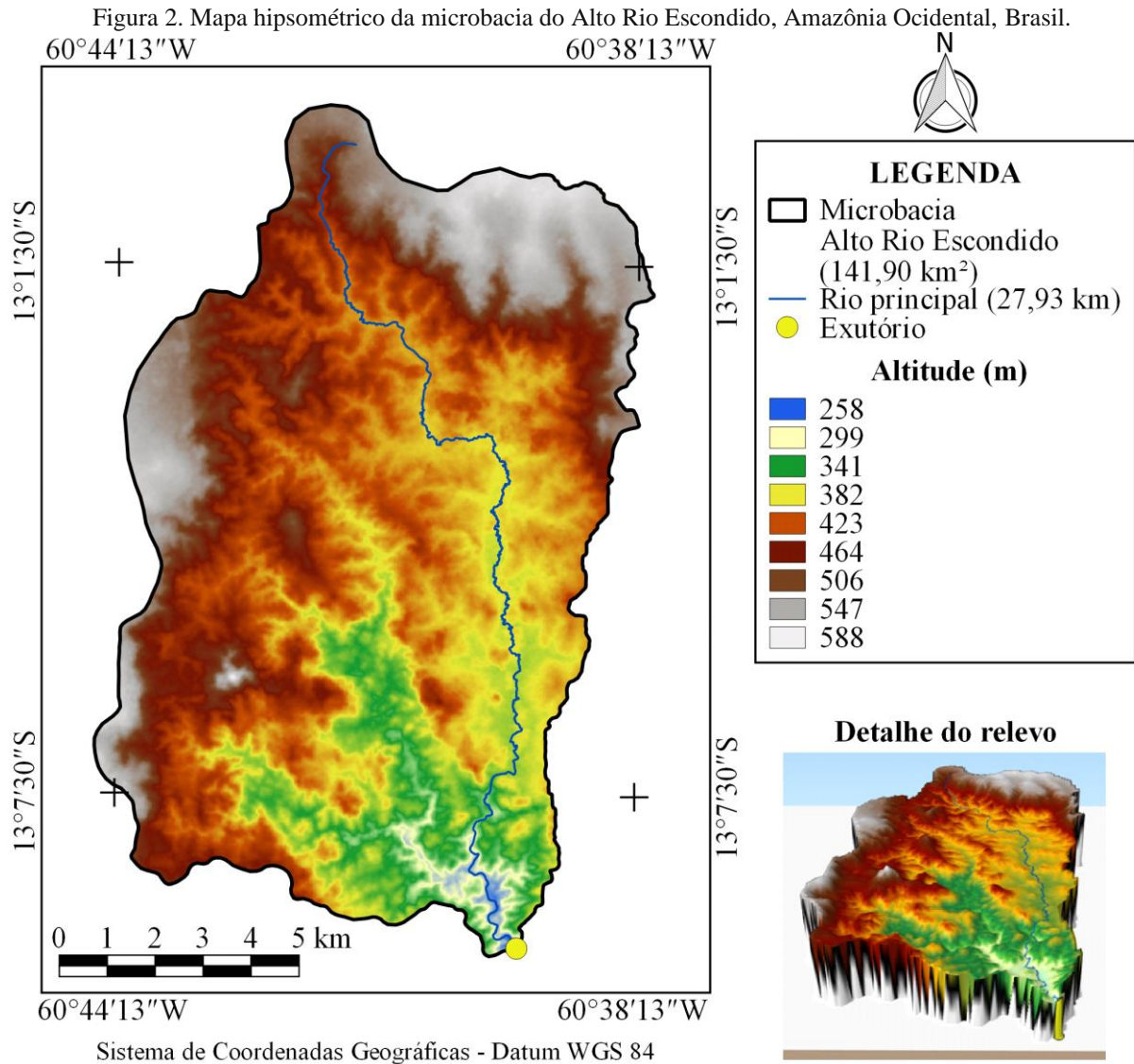
Os valores de altitude variam de 258 a 588 m, com média de 436 m (Figura 2). Os valores de altitude influenciam a temperatura do ambiente, sendo observado a redução de 0,44 °C a cada 100 m de ascensão vertical (Blum, Roderjan e Galvão, 2011), e conseqüentemente, a composição e diversidade florística (Rodrigues, 2010). Assim, constata-se que a microbacia em estudo pode ter variações de temperatura na ordem de 1,45 °C, entre as áreas com menores

Brazilian Journal of Development

altitudes e as áreas com maiores altitudes, e condições adequadas para a produção de espécies de interesse agropecuário como a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Embrapa, 2001) e o *Coffea canephora* L. (Cararo e Dias, 2015).

A região tem relevos planos a montanhosos, com predominância das classes plano (45,8%) e suave ondulado (30,9%) (Figura 3). O relevo está relacionado com a suscetibilidade a perdas de água e solo por erosão hídrica, influencia a propagação de incêndios, e potencial de mecanização agrícola.

As perdas de solo e água por erosão hídrica aumentam à medida que se eleva a inclinação do terreno, chegando a 13,05 t ha⁻¹ ciclo⁻¹ e 61,5 mm respectivamente, em áreas com declividade de 8 a 12% em plantio convencional (Cogo, Levien e Schwarz, 2003). Diante do exposto, observa-se que 60,14% da área da microbacia foi classificada como relevo ondulado, forte ondulado e montanhoso (Figura 3), ou seja, com alta suscetibilidade a perdas de solo e água. Portanto é recomendado a utilização de práticas integradas de manejo conservacionistas para aumentar a capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo e, conseqüentemente, reduzir o escoamento superficial (Bertoni e Lombardi Neto, 2014).

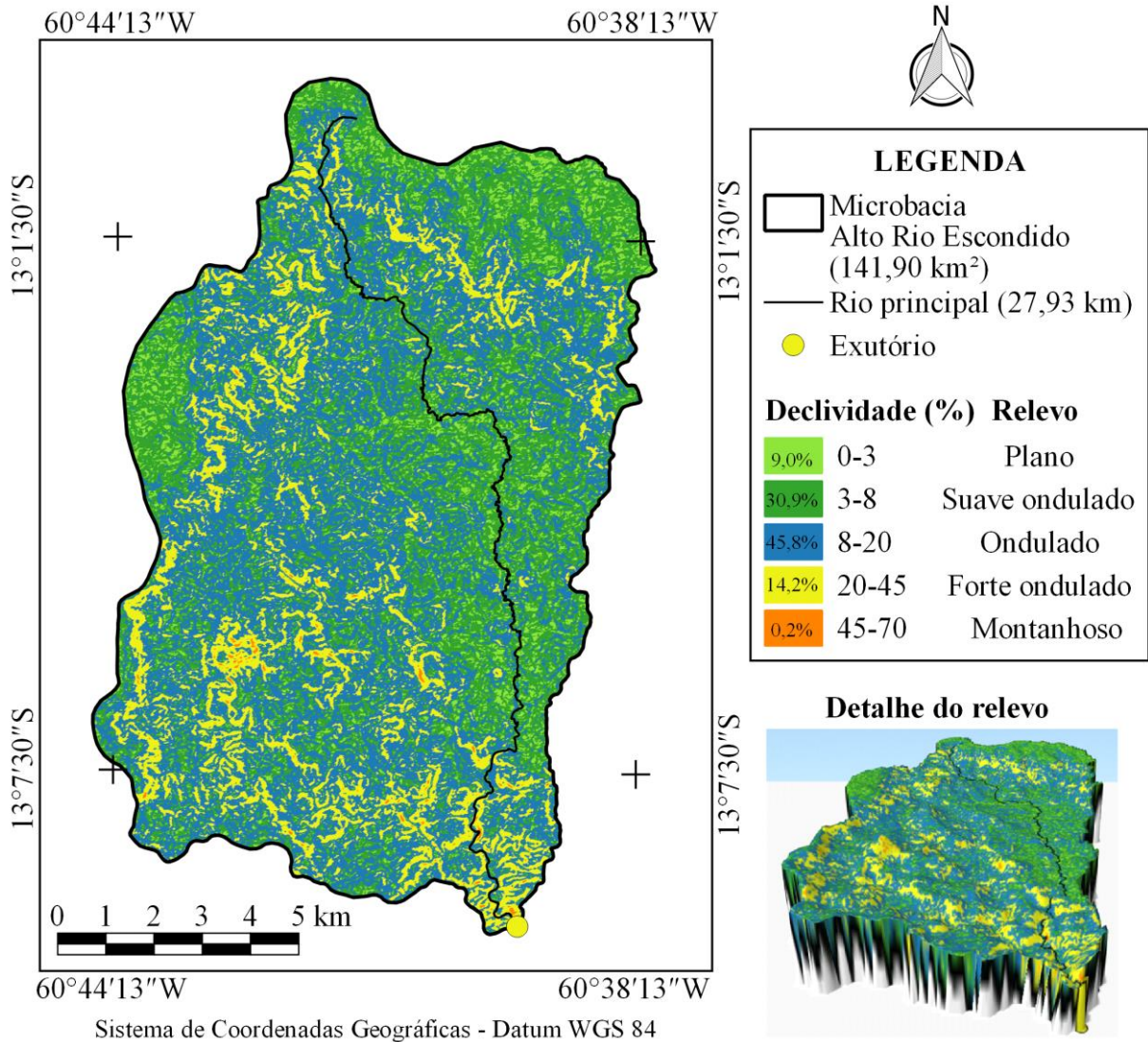


As práticas de manejo recomendadas são plantio em contorno, formação de terraços em curva de nível, manutenção da cobertura florestal nas áreas de preservação permanente e reservas legais, adoção de taxa de lotação animal adequada nas pastagens. Essas práticas se tornam imprescindíveis, pois de acordo com Piroli (2014), a unidade ideal para o manejo dos recursos naturais é a microbacia, uma vez que esta é a menor unidade dentro do sistema bacia hidrográfica e por conta disso, tende a ter características mais homogêneas. Segundo esse mesmo autor a água que precipita sobre a área de uma microbacia, se não for infiltrada, escorrerá para as regiões mais baixas podendo causar grandes inundações, riscos e prejuízos para as comunidades próximas.

Brazilian Journal of Development

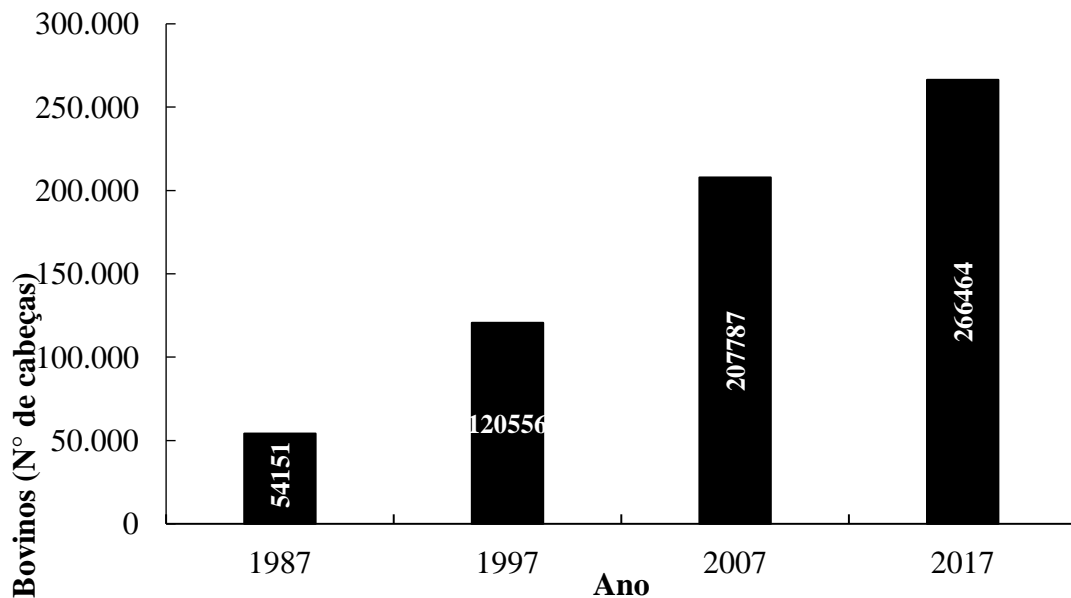
A influência na propagação de incêndios aumenta com a declividade do terreno e pode ser classificada como baixa (< 15%), moderada (16-25%) alta (26-35%), muito alta (36-45%) e extremamente alta (> 45%) (Ribeiro et al., 2008). Neste contexto, constata-se que 71,15% da área da microbacia é classificada como baixa influência de propagação de incêndios, 22,02% moderada influência e 6,83% alta a extremamente alta. Para reduzir os riscos de incêndios nas áreas mais críticas, deve-se evitar o uso de queimadas nas propriedades rurais e as margens das estradas. Segundo Paz et al. (2011), a identificação de risco de incêndio a partir de um SIG permite aos gestores florestais planejar estrategicamente as atividades de prevenção a longo prazo, no entanto, a ocorrência de incêndios florestais é produto dos vários fatores que afetam o comportamento do fogo (ignição, topografia, vegetação e as condições meteorológicas), que são igualmente importantes na influência do padrão de risco.

Figura 3 - Relevo na microbacia do Alto Rio Escondido, Amazônia Ocidental, Brasil.



A declividade influencia o nível de aptidão a mecanização agrícola, que pode ser classificada em extremamente apta (0-5%), muito apta (5,1 a 10%), apta (10,1 a 15%), moderadamente apta (15,1 a 20%) e não recomendada (> 20%) (Höfig e Araujo-Junior, 2015). Assim, pode-se inferir que 1,27, 28,98, 20,90, 14,49 e 14,36% das áreas na microbacia podem ser classificadas como extremamente apta, muito apta, apta, moderadamente apta e não apta a mecanização, respectivamente. Diante destas características topográficas, é plausível supor que a atividade de pecuária extensiva, que estava em franca expansão até o ano de 2017 (Figura 4), possa perder espaço para atividades do agronegócio nas próximas décadas, visto que o município de Colorado D'Oeste já é considerado um dos maiores produtores de soja do estado de Rondônia, como descrito por Pereira e Kahil (2010).

Figura 4 - Número de cabeças de bovinos de 1982 a 2017, no município de Colorado D'Oeste, Rondônia, Brasil.
Fonte: Adaptado de IBGE, 2019.



3.3 CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS

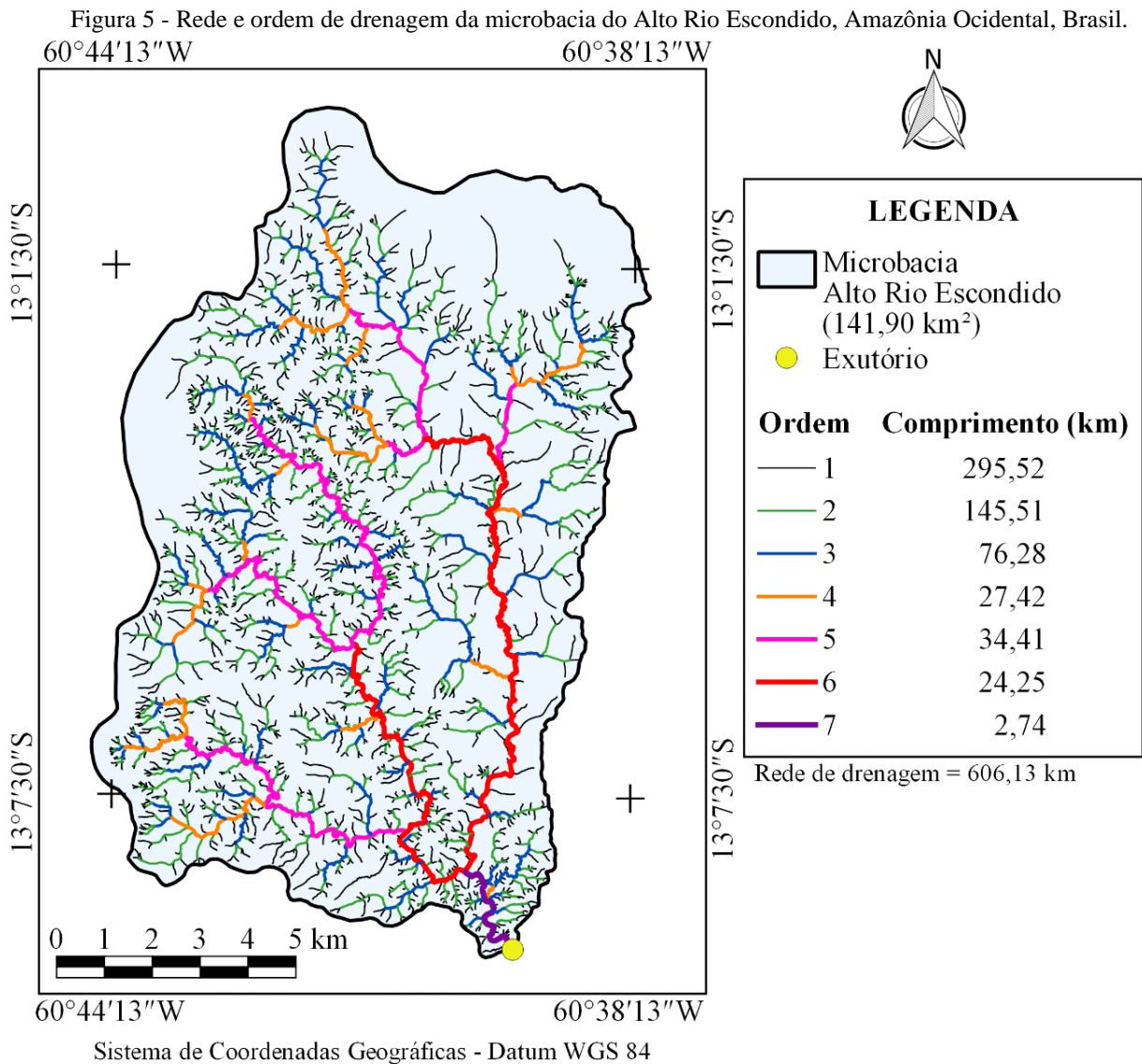
A microbacia tem rede de drenagem de 606,13 km, padrão dendrítico de 7^a ordem (Figura 5), densidade hidrográfica de 12,33 rios km⁻² (Figura 6), densidade de drenagem de 4,27 km km⁻², índice de sinuosidade de 38,77%, coeficiente de manutenção de 234,1 m² m⁻¹ e tempo de concentração de 3,01 h. O padrão de drenagem dendrítico é formado por rios que apresentam fluxo hídrico horizontal e de forma homogênea sobre a rocha (Parvis, 1950). Os demais resultados denotam que a microbacia tem rede de drenagem complexa com elevadas condições para a habitação de peixes, densidade hidrográfica alta, densidade de drenagem muito alta, canal principal sinuoso, elevada eficiência de manutenção dos recursos hídricos e baixo tempo de concentração.

As características da rede de drenagem também sugerem que a região tem recursos hídricos bem distribuídos espacialmente, possibilitando o seu uso em sistemas agropecuários. Análises aprofundadas a respeito da vazão dos principais rios da microbacia devem ser realizadas ao longo do ano, para mensurar a real disponibilidade hídrica e, conseqüentemente o potencial e as limitações dos recursos hídricos.

A boa distribuição espacial dos recursos hídricos pode aumentar o risco de contaminação dos rios, principalmente por coliformes fecais provenientes de atividades pecuárias sem o devido controle ambiental. As fezes dos bovinos infectados podem contaminar os recursos

Brazilian Journal of Development

hídricos com microrganismos patogênicos (ex. *Escherichia coli*), e pôr em risco a saúde dos seres humanos que utilizam a água para consumo (Amaral et al., 2003). A contaminação por *E. coli* pode ocorrer inclusive em poços artesianos de propriedades rurais, como observado por Zamilian, Paula e Zamilian (2018) em Colorado D'Oeste, município onde esta localizada a microbacia em estudo.



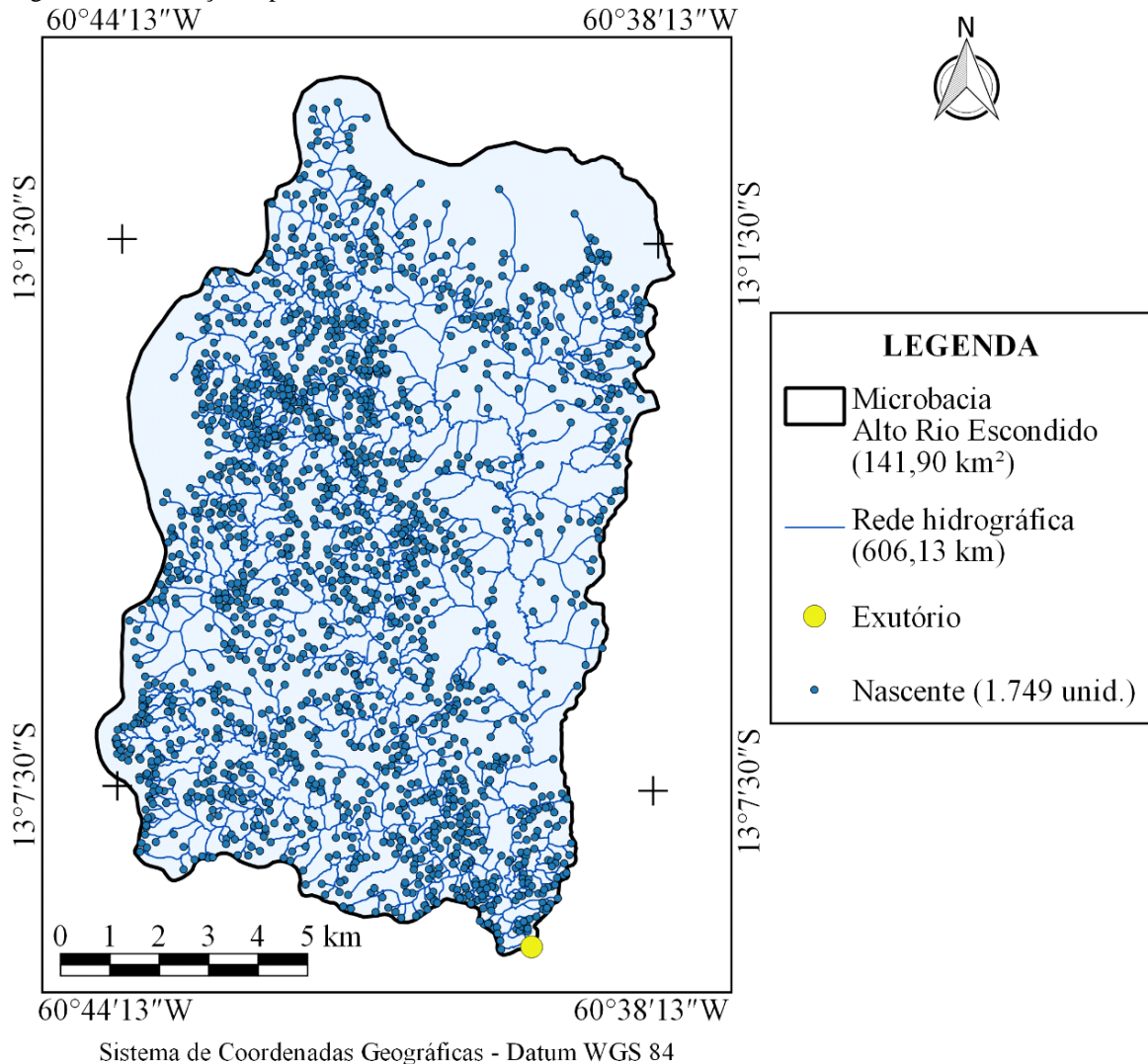
As densidades hidrográfica e de drenagem são influenciadas pela declividade da paisagem e, conseqüentemente, com o relevo. Para a hidrografia, a densidade aumenta continuamente com a elevação da declividade, passando de 2,51 rios km⁻², no relevo plano, para 28,44 rios km⁻² no relevo montanhoso (Figura 7). Em regiões mais íngremes os solos são mais

Brazilian Journal of Development

rasos, propensos a afloramentos rochosos, podendo-se formar canais intermitentes, tendo em vista que as erosões hídricas alcançam com maior facilidade o lençol freático. Para a drenagem, constata-se que a densidade aumenta com a declividade até o relevo ondulado, a partir desta classe ocorre um decréscimo contínuo até o relevo montanhoso (Figura 8).

A presença de um canal principal sinuoso denota a propensão ao acúmulo de sedimentos nas partes internas dos meandros. Nestas condições os cursos de água tendem a ser mais suscetíveis ao assoreamento, principalmente quando há atividades de agricultura convencional nas cotas mais elevadas do terreno e ausência das matas ciliares nas zonas ripárias. Diante do exposto, constata-se a necessidade de isolar e recuperar as matas ciliares nas zonas ripárias da microbacia em estudo, caso encontrem-se ocupadas com atividades agropecuárias. Entre as mudanças de uso da terra, destacam-se, principalmente, os problemas relacionados à agricultura, que têm sido objeto de interesse de instituições e órgãos governamentais voltados ao planejamento e à adoção de políticas agrícolas (Pinto e Garcia, 2005).

Figura 6. Distribuição espacial de nascentes na microbacia do Alto Rio Escondido, Amazônia Ocidental, Brasil.



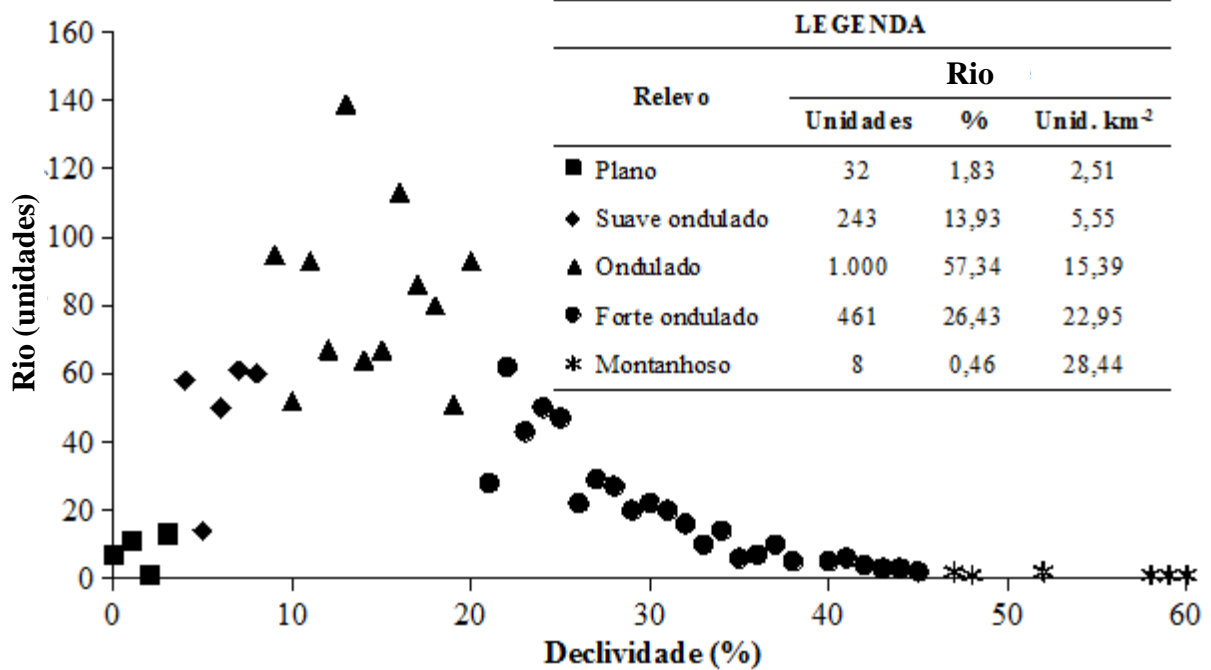
O coeficiente de manutenção da microbacia do Alto Rio Escondido é de 234,1 m² m⁻¹, mais baixo que os coeficientes observados nas microbacias do Médio Rio Escondido (247,5 m² m⁻¹) (Vendruscolo et al., 2020), Enganado (347,2 m² m⁻¹) (Moreto et al., 2019) e Santa Teresinha (2.439,0 m² m⁻¹) (Soares et al., 2019). Neste contexto, verifica-se que a eficiência da manutenção é maior na microbacia em estudo em relação as demais microbacias, e está diretamente relacionada com o relevo da região (Figuras 7 e 8).

O baixo tempo de concentração sugere que existe a probabilidade de toda a área da microbacia contribuir para a formação de enchentes, tendo em vista que o tempo das precipitações da região podem ultrapassar 3,01 h. Em trabalho no município de Porto Velho realizado por Santos Neto (2014), constatou-se que a 86% das chuvas duram menos de 3 h, 10% duram de 4 a 6 h, e 4% duram mais de 7 h. O baixo tempo de concentração também

Brazilian Journal of Development

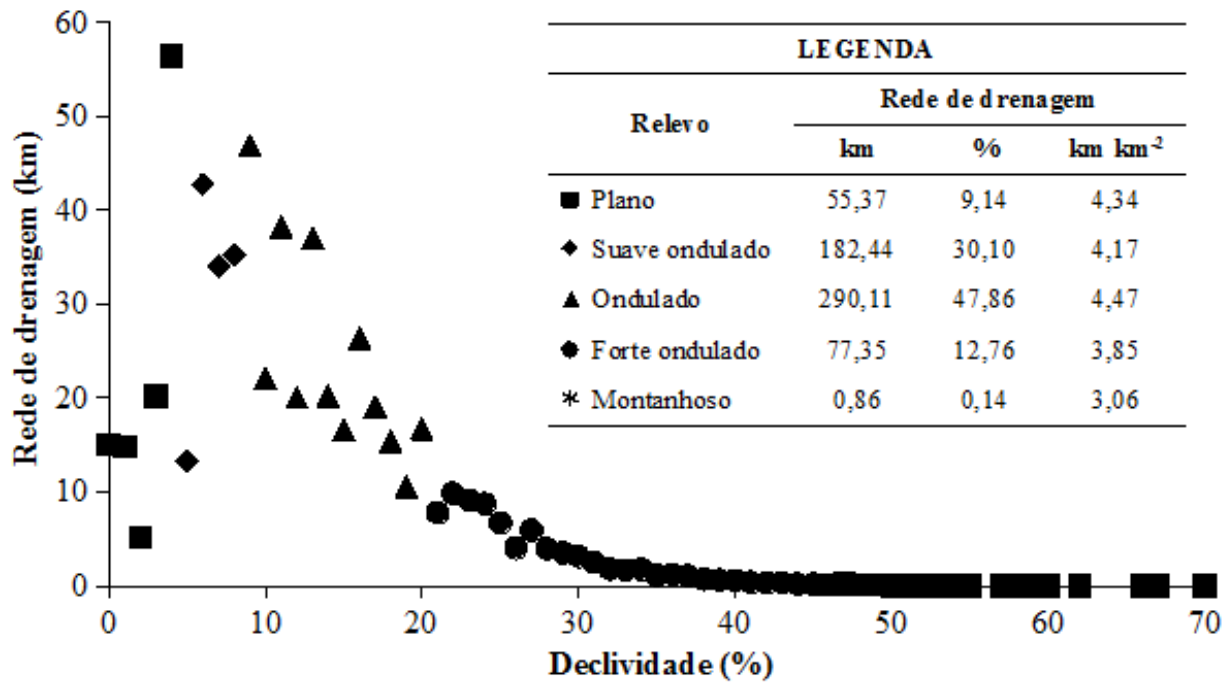
demonstra que a água precipitada permanece por pouco tempo no ecossistema, ressaltando a importância do solo como reservatório e fonte de água para a manutenção dos rios nos períodos de estiagem, quando a água é proveniente exclusivamente das reservas armazenadas no perfil.

Figura 7 - Distribuição dos rios em função da declividade na microbacia do Alto Rio Escondido, Amazônia Ocidental, Brasil.



Brazilian Journal of Development

Figura 8 - Distribuição da rede de drenagem em função da declividade na microbacia do Alto Rio Escondido, Amazônia Ocidental, Brasil.



Para que a água infiltre em quantidades próximas daquelas originalmente infiltradas, é preciso que as microbacias sejam manejadas como um organismo único, mantendo-se a maior cobertura vegetal arbórea possível, preferencialmente a floresta nativa da região. Mas, em casos onde a cobertura natural foi extirpada na sua totalidade, é preciso que os gestores conheçam as características físicas e biológicas da área e implantem os usos de acordo com a capacidade e o potencial da mesma (Piroli, 2015). Ainda segundo esse mesmo autor, deve-se evitar a ocupação intensiva das regiões dos divisores de água das microbacias, uma vez que, é nestes locais que a água precipitada com as chuvas infiltra para ser armazenada no solo e recarregar o aquífero livre, para posteriormente servir de abastecedor das nascentes e, conseqüentemente, dos córregos e rios.

4. CONCLUSÃO

Na microbacia devem ser adotadas práticas de manejo conservacionistas do solo nas áreas ocupadas com atividades agropecuárias, para mitigar possíveis problemas com escoamento superficial em períodos de chuva, contaminação da água e diminuição do abastecimento do lençol freático. Nas zonas ripárias é necessário o isolamento da área e a manutenção da cobertura florestal, para reduzir os riscos de contaminação da água.

Brazilian Journal of Development

As informações disponibilizadas no artigo podem ser utilizadas como base para o planejamento de práticas de manejo conservacionista e gestão dos recursos hídricos na região, permitindo a conservação dos recursos naturais para a manutenção de uma boa qualidade de vida da atual e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M. & Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22(6): 711-728, 2014.
- Amaral, L. A. do; Nader Filho, A., Rossi Junior, O. D.; Ferreira, F. L. A. & Barros, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, 37(4): 510-514, 2003.
- ASF - Alaska Satellite Facility. 2017. Disponível em: <<https://www.asf.alaska.edu/>>. Acesso em setembro de 2017.
- Beltrame, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1994. 112 p.
- Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. **Conservação do solo**. 9ª ed. São Paulo: Icone, 2014. 355p.
- Blum, C. T.; Roderjan, C. V. & Galvão, F. O clima e sua influência na distribuição da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná. **Revista Floresta**, 41(3): 589-598, 2011.
- Brasil. 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: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em 07 de janeiro de 2020.
- Cararo, D. C. & Dias, A. F. de S. Irrigação em Cafeeiros. In: Marcolan, A. L. & Espindula, M. C. **Café na Amazônia**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 309-344.
- Cavalheiro, W. C. S. & Vendruscolo, J. Importância de estudos em bacias hidrográficas para o manejo sustentável dos recursos hídricos em Rondônia. **Revista Geográfica Venezolana**, especial: 256-264, 2019.
- 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**, 27(4): 743-753, 2003.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. **Manejo de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA, 2001. 2p.

Brazilian Journal of Development

Fairfull, S. & Witheridge, G. **Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings**. Sydney: NSW Fisheries, 2003. 16p.

Franca, R. R. Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. **Revista Geografias**, 11(1): 44-58, 2015.

Höfig, P. & Araujo-Junior, C. F. Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no Estado do Paraná. **Coffee Science**, 10(2): 195-203, 2015.

Horton, R. E. Drainage basin characteristics. **Transactions, American Geophysical Union**, 13(1): 350-361, 1932.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>>. Acesso em: set. de 2019

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Acervo fundiário. Disponível em: <<http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>>. Acesso em: março de 2019.

Kirpich, Z. P. Time of concentration in small agricultural watersheds. **Civil Engineering**, 10 (6): 362-370, 1940.

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 CONNEPI (Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação)**. p. 1-7. Tocantins, Brasil. (19-21 de outubro)

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**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1995. 253f. (Tese de Doutorado em Engenharia Geotécnica)

Moreto, R. F.; Mira, S. F.; Soares, G. S.; Santos Júnior, N. R. F.; Cavalheiro, W. C. S.; Vendruscolo, J. & Rosa, D. M. Características geométricas, topográficas e hidrográficas da microbacia do rio Enganado, região sul da Amazônia Ocidental. **Revista Geográfica Venezuelana**, especial: 110-124, 2019.

Parvis, M. Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. **Photogrammetric Engineering**, 16: 387-408, 1950.

Paz, S.; Carmel, Y.; Jahshan, F.; Shoshany, M. Post-fire analysis of pre-fire mapping of fire-risk: a recent case study from Mt. Carmel (Israel). **Forest Ecology and Management**, 262: 1184-1188, 2011.

Pereira, M. F. V. & Kahil, S. P. A lógica corporativa do uso do território em Rondônia: o agronegócio da soja na região de Vilhena. **Campo-Território: Revista de Geografia Agrária**, 5(10): 288-311, 2010.

Brazilian Journal of Development

Pinto, S. dos A. F. P. & Garcia, G. J. Experiências de aplicação de geotecnologias e modleos na análise de bacias hidrográficas. **Revista do Departamento de Geografia/USP**, 17:30-37, 2005.

Pirolí, E. L. Geoprocessamento aplicado ao estudo da evolução do uso da terra e seus impactos sobre a infiltração de água em microbacias hidrográficas. **Anais do XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 2014.

Pirolí, E. L. Mudanças no uso da terra e impactos sobre a infiltração de água em microbacias hidrográficas avaliados com técnicas de geoprocessamento. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p, 2222 -2229, 2015.

QGIS Development Team. **Open Source Geospatial Foundation Project**. 2015. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acessado em 05 de julho de 2017.

Ribeiro, L.; Koproski, L. P.; Stolle, L.; Lingnau, C.; Soares, R. V. & Batista, A. C. Zoneamento De Riscos De Incêndios Florestais Para A Fazenda Experimental Do Canguiri, Pinhais (Pr). **Floresta**, 38(3): 561-572, 2008.

Rodrigues, G. A. **Influência da altitude na estrutura da floresta de encosta na Ilha da Marambaia – RJ**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2010. 46f. (Monografia de Engenharia Florestal)

Romero, V.; Formiga, K. T. M. & Marcuzzo, F. F. N. Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO. **Ciência e Natura**, 39(2): 320-340, 2017.

Santos, A. M.; Targa, M. S.; Batista, G. T. & Dias, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Ambi-Água**, 7(3): 195-211, 2012.

Santos, L. P. dos; Rosa, D. M.; Cavalheiro, W. C. S.; Vendruscolo, J.; Biggs, T. & Stachiw, R. Hidrogeomorfometria e índice de desmatamento da microbacia do rio Tinguí, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, especial: 40-56, 2019.

Santos Neto, L. A. Variabilidade da precipitação horária em Porto Velho-RO e suas tendências anuais e sazonais. Porto Velho: Universidade Federal de Rondônia, 2014, 71f. (**Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente**) Disponível em: <http://www.pgdra.unir.br/uploads/85796698/menus/dissertacoes/Luiz_Alves_Dissertacao_2011_2014.pdf>. Acesso em 07 de janeiro de 2019.

SANTOS, R. D., LEMOS, R. C., SANTOS, H. G., KER, J. C., ANJOS, L. H. C. e SHIMIZU, S. H. (2013). **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

SEDAM – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. Atlas geoambiental de Rondônia. 2. ed. Porto Velho: **SEDAM**, 2002. 151p.

Brazilian Journal of Development

Silva, C. J. da; Sousa, K. N. S.; Ikeda-Castrillona, S. K.; Lopes, C. R. A. S.; Nunes, J. R. da S.; Carniello, M. A.; Mariotti, P. R.; Lazaro, W. L.; Morini, A.; Zago, B. W.; Façanha, C. L.; Albernaz-Silveira, R.; Loureiro, E.; Viana, I. G.; Oliveira, R. F de; Cruz, W. J. A. da; Arruda, J. C. de; Sander, N. L.; Freitas Junior, D. S. de; Pinto, V. R. & Lima, A. C. de. Biodiversity and its drivers and pressures of change in the wetlands of the Upper Paraguay–Guaporé Ecotone, Mato Grosso (Brazil). **Land use Policy**, 47: 163-178, 2015.

Silva, F. S., Tronco, K. M. de Q., Vendruscolo, J., Oliveira, J. N. de, Cavalheiro, W. C. S., Rosa, D. M. & Stachiw, R. Geoprocessamento aplicado a hidrogeomorfometria e índice de desflorestamento na microbacia do rio D’Alincourt, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, especial, 210-225, 2019.

Silva, Q. D. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. Departamento de Geografia. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista, 2012. 249 f. (Tese de Doutorado em Geografia).

Soares, G. S.; Santos Júnior, N. R. F.; Mira, S. F.; Moreto, R. F.; Cavalheiro, W. C. S.; Vendruscolo, J. & Rosa, D. M. Uso de plataforma SIG na caracterização morfométrica da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, especial: 84-95, 2019.

Targa, M. S.; Batista, G. T.; Diniz, H. D.; Dias, N. W. e Matos, F. C. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Ambi-Agua**, 7(2): 120-142, 2012.

Vendruscolo, J.; Cavalheiro, W. C. S.; Rosa, D. M.; Stachiw, R.; Vendruscolo, R.; Siqueira, A. da S. & Biggs, T. Hidrogeomorfometria e desmatamento na microbacia do rio Manicoré, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, espacial: 226-241, 2019.

Vendruscolo, J.; Pacheco, F. M. P.; Rodrigues, A. A. M.; Ramos, H. de F.; Rosa, D. M. & Cavalheiro, W. C. S. Características morfométricas da microbacia do Médio Rio Escondido, Amazônia Ocidental, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, 6(1): 565-585, 2020.

Villela, S. M. & Mattos, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 245p.

Zamilian, A. A. E.; Paula, G. P. & Zamilian, J. A. E. Avaliação Microbiológica de Águas de Poços Artesianos em Propriedades Rurais no Município de Colorado do Oeste – Rondônia. **Revista Saúde e Desenvolvimento Humano**, 6(3): 25-37, 2018.