Revista GEOGRÁFICA VENEZOLANA | VOLUMEN ESPECIAL 2019 | ISSNp 1012-1617 – ISSNe 2244-8853
RECEBIDO: maio, 2018 **ACEITADO**: janeiro, 2019
pp. 140-150

Caracterização morfométrica

da microbacia do Igarapé Novo Mundo, Amazônia Ocidental, Brasil

Caracterización morfométrica de la microcuenca del Igarapé Novo Mundo, Amazonia Occidental, Brasil

Morphometric characterization in the microbasin of Igarapé Novo Mundo, Western Amazon, Brazil

Diogo Martins Rosa

Jhony Vendruscolo

João Fideles de Brito Júnior

Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro

Gustavo Neco da Silva

Giliard Rodrigues Bonifácio

Resumo

A caracterização morfométrica da bacia hidrográfica fornece informações essenciais para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. O objetivo deste trabalho foi a caracterização morfométrica da microbacia do Igarapé Novo Mundo, município de Nova Brasilândia D'Oeste. Analisou-se as características morfométricas, altitude, relevo e rede de drenagem. A microbacia tem área de 28,15 km², perímetro de 39,84 km, altitudes mínima, média e máxima de 279, 342 e 459 m, respectivamente, predominância de relevo suave ondulado a forte ondulado (84,04 %), coeficiente de compacidade de 2,10, fator de forma de 0,35, índice de circularidade de 0,22, padrão de drenagem dendrítico, 5ª ordem de drenagem, densidade de drenagem de 4,93 km km^{-2}, índice de sinuosidade 23,09 % e tempo de concentração de 2,23 horas. Estas características proporcionam maior infiltração de água no solo, reduzindo os riscos de erosão e baixa suscetibilidade a enchentes. Portanto, recomenda-se adoção de práticas de manejo conservacionista para manter a microbacia com características adequadas.

Palavras chave: geoprocessamento; recursos hídricos; planejamento ambiental.

Resumen

La caracterización morfométrica de una cuenca hidrográfica proporciona información esencial para la planificación y gestión de los recursos hídricos. El objetivo del trabajo fue la caracterización morfométrica de la microcuenca del Igarapé Novo Mundo, municipio de Nova Brasilândia D'Oeste. Se analizaron las características morfométricas, altitud, relieve y red de drenaje. La microcuenca tiene un área de 28,15 km², perímetro de 39,84 km, altitudes mínima, media y máxima de 279, 342 y 459 m, respectivamente, predominancia de relieve suave ondulado a fuerte ondulado (84,04 %), coeficiente de compacidad 2,10, factor de forma 0,35, índice de circularidad 0,22, patrón de drenaje dendrítico, 5ª orden de drenaje, densidad de drenaje de 4,93 km km^{-2}, índice de sinuosidad 23,09 % y tiempo de concentración de 2,23 horas. Estas características facilitan una mayor infiltración de agua en el suelo, reduciendo los riesgos de erosión y baja susceptibilidad a las inundaciones. Por lo tanto, se recomienda la adopción de prácticas de manejo conservacionista para mantener la microcuenca con características adecuadas.

Palabras clave: geoprocesamiento; los recursos hídricos; planificación ambiental.

Abstract

The morphometric characterization of the river basin provides essential information for the planning and management of water resources. The objective was the morphometric characterization of the microbasin of the Igarapé Novo Mundo, Nova Brasilândia D'Oeste, Rondônia. The characteristics of altitude, relief and drainage network were analyzed. The microbasin has an area of 28.15 km², with a perimeter of 39.84 km, with a minimum, average and maximum elevation of 279, 342 and 459 m, respectively, predominance of smooth to undulating waves (84.04 %), coefficient of compactness of 2.10, shape factor of 0.35, circularity index of 0.22, dendritic drainage pattern, 5th order of drainage, drainage density of 4.93 km km^{-2}, sinuosity index 23.09 % and time of concentration of 2.23 hours. These characteristics provide greater infiltration of water in the soil, reducing the risks of erosion and low susceptibility to floods. Therefore, it is recommended to adopt conservation management practices to maintain the microbasin with adequate characteristics.

Key words: *geoprocessing; water resources; environmental planning.*

1. Introdução

A microbacia possui uma área de drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, ou seja, várias microbacias formam uma sub-bacia, sendo a área de uma microbacia inferior a 100 km^2 (Faustino, 1996). Essas áreas são frágeis e frequentemente ameaçadas por perturbações, nas quais as escalas espacial, temporal e observacional são fundamentais (Teodoro *et al*., 2007).

Diferentes definições referentes ao conceito de bacias hidrográficas foram discutidas e sistematizadas. Porém, a compreensão das características morfométricas de uma bacia hidrográfica é de fundamental importância, no que se diz respeito a preservação de seus recursos hídricos, pois torna-se apto para o entendimento do comportamento hidrológico que as mesmas apresentam e que podem vir a apresentar (Teodoro *et al*., 2007).

Lima (1986) explica que a microbacia hidrográfica constitui a manifestação bem definida de um sistema natural aberto e pode ser vista como a unidade ecossistêmica da paisagem, em termos de integração dos ciclos naturais de energia, de nutrientes, e principalmente da água.

Alguns estudos sobre características morfométricas podem ser aplicadas na inferência de possíveis impactos da intervenção humana no sistema, nas estimativas das características de um rio da bacia numa área distante, essencial ao levantamento de recursos naturais, ou em partes não monitoradas de áreas com degradação já avançadas (Rafaeli Neto, 1994).

A crescente utilização de sistemas de informação geográfica (SIG), juntamente com outros métodos do geoprocessamento, tendo em consideração o estudo da caracterização morfometria, tornam-se ferramentas cruciais para a compreensão e análise de todo o ambiente a ser estudado, no qual dados georreferenciados são modificados em informações, com propósito de um melhor embasamento na tomada de decisão, como pode ser constatado na literatura (Christofoletti, 1999; Silva e Zaidan, 2004).

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a rede de drenagem, relevo, altitude e realizar a caracterização morfométrica da microbacia do Igarapé Novo Mundo, município de Nova Brasilândia do Oeste, Rondônia, Brasil.

2. Material e métodos

2.1 Localização e características da área de estudo

O trabalho foi realizado na microbacia do Igarapé Novo Mundo, município de Nova Brasilândia D'Oeste no estado de Rondônia, com extensão de 28,15 km² e perímetro de 39,94 km (Figura 1). A região apresenta clima do tipo Monção (Am), com uma precipitação média anual de 2.000 mm e temperatura média de 24 a 26°C (Alvares *et al*., 2014), e vegetação nativa classificada como floresta ombrófila aberta submontana com presença de cipós associada com palmeiras (IBGE, 2012).

2.2 Caracterização morfométrica

2.2.1 Área e perímetro

A bacia hidrográfica foi delimitada utilizando do software QGIS 2.10.0 (versão Pisa), (QGIS *Development Team*, 2015) e o complemento *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (TauDEM), tendo como base imagem altimétrica do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução de 30 m e banda X (USGS, 2017). Posteriormente, o limite da bacia foi ajustado com base nas imagens

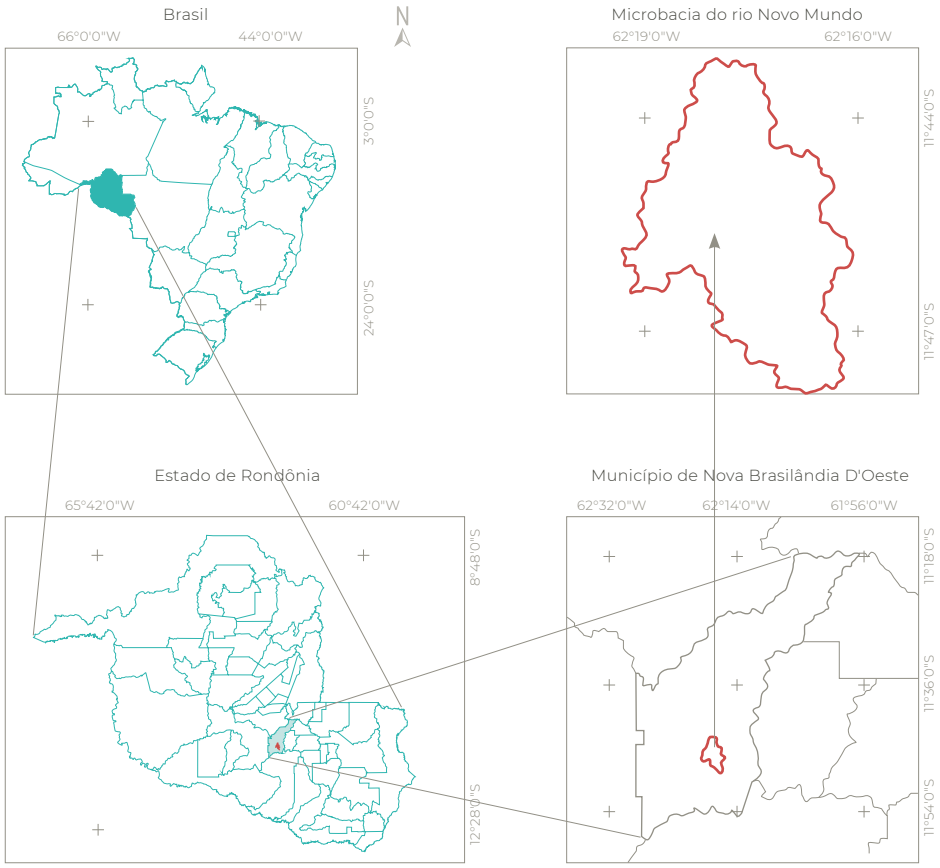

Figura 1 Localização geográfica da microbacia do Igarapé Novo Mundo no estado de Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil

do *Google Earth Pro*®, considerando a rede de drenagem e os sulcos naturais do terreno. A área e o perímetro da bacia foram calculados utilizando a ferramenta calculadora de campo, do software citado anteriormente.

2.2.2 Altitude

As altitudes mínima, média e máxima foram obtidas com base na imagem altimétrica SRTM, com resolução de 30 m, utilizando o software QGIS 2.10.0 (versão Pisa). A amplitude altimétrica foi obtida pela diferença entre altitude máxima e mínima.

2.2.3 Relevo

O relevo foi classificado de acordo com a declividade, sendo adotadas as seguintes classes: plano (0-3 %), suave ondulado (3-8 %), ondulado (8-20 %), forte ondulado (20-45%) e montanhoso (45-75 %), (Santos *et al.*, 2013).

2.2.4 Coeficiente de compacidade (Kc)

É um coeficiente que define a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área que a bacia (Cardoso *et al.*, 2006), (Equação 1). O Kc sempre será um valor > 1, quanto menor o Kc, mais circular

será a bacia e maior a tendência a enchentes. O coeficiente de compacidade foi classificado de acordo com a Tabela 1.

$$Kc = 0{,}28\ x\ (P/\sqrt{A}) \quad (1)$$

Em que: P = perímetro da bacia hidrográfica (km); A = área da bacia hidrográfica (km²).

Tabela 1 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

2.2.5 Fator de forma (F)

Esse coeficiente é definido pela relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia (Cardoso *et al.*, 2006), (Equação 2). O fator de forma foi classificado de acordo com a Tabela 2.

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

Em que: A = área da bacia em km²; L = comprimento do eixo principal em km.

Tabela 2 Classificação do fator de forma

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

Fonte: Lima Júnior *et al.*, 2012

2.2.6 Índice de circularidade (IC)

Este índice relaciona a área da bacia com a área de um círculo de perímetro igual ao da área da bacia (Cardoso *et al.*, 2006), (Equação 3). O índice de circularidade foi classificado conforme a Tabela 3 (Schumm, 1956).

$$IC = (12{,}52\ x\ A)/P^2 \quad (3)$$

Em que: P = perímetro da bacia hidrográfica em km; A = área da bacia hidrográfica em km².

Tabela 3 Classificação do índice de circularidade

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

Fonte: Silva (2012)

2.2.7 Padrão de drenagem (Pd)

O padrão de drenagem foi obtido comparando a forma da distribuição da drenagem. A classificação é feita com base na forma e textura do relevo, a partir da fotointerpretação das imagens, utilizando-se os critérios de Parvis (1950). Os seis principais padrões de drenagem, são: Dendrítico, Treliça, Retangular, Radial, Anular e Paralelo, formados por forças naturais que atuam sobre os materiais terrestres.

2.2.8 Ordem dos cursos d'água

A drenagem foi obtida com o TauDEM com base na imagem altimétrica do SRTM. Após a obtenção da drenagem realizou-se a classificação da ordem dos cursos d'água, de acordo com Strahler (1957), o encontro de 2 rios de 1ª ordem forma um rio de 2ª ordem, o encontro de 2 rios de 2ª ordem forma um rio de 3ª ordem, e assim por diante.

2.2.9 Densidade hidrográfica (Dh)

É a relação existente entre o número de cursos d'água e a área da bacia hidrográfica, e foi obtido pela equação 4 (Christofoletti, 1980).

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

Em que: N = número de cursos d'água; A = área da bacia em km².

2.2.10 Densidade de drenagem (Dd)

Correlaciona o comprimento total dos cursos d'água com a área da bacia hidrográfica (Christofoletti, 1980), (Equação 5). A densidade

de drenagem foi classificada de acordo com a Tabela 4.

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

Em que: L = comprimento total dos cursos d'água (km); A = área de bacia (km²).

Tabela 4 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
> 3,5	Muito Alta

Fonte: Beltrame (1994)

2.2.11 Índice de sinuosidade

É a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal (Alves e Castro, 2016; Alves *et al.*, 2014), (Equação 6). O índice de sinuosidade foi classificado conforme a Tabela 5.

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

Em que: L = comprimento do canal principal (km); Dv = distância vetorial do canal principal (km).

Tabela 5 Classificação do índice de sinuosidade

Classe	Limite (%)
Muito reto	< 20
Reto	20 – 29
Divagante	30 – 39
Sinuoso	40 – 49
Muito sinuoso	> 50

Fonte: Romero *et al.* (2017)

2.2.12 Tempo de concentração (Tc)

É o tempo de percurso da água precipitada desde o ponto cinematicamente mais afastado da bacia hidrográfica até a secção de referência (Kirpich, 1940), (Equação 7).

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

Em que: L = comprimento do talvegue principal (km); H = desnível ente a parte mais elevada e a secção de controle (m).

3. Resultados e discussão

A microbacia do Igarapé Novo Mundo pertence à bacia do rio Machado, um dos principais rios do estado (Figura 2). A microbacia é extensa, pois tem 28,15 km² de área e 39,84 km de perímetro (Wisler e Brater, 1964). O curso principal possui 11,33 km de comprimento no sentido Sudeste/Noroeste.

Observa-se que na microbacia as altitudes mínimas, médias e máximas são de 279, 342 e 459 m, respectivamente (Figura 2). Em áreas com maior altitude ocorrem elevações das taxas de evapotranspiração e do índice de precipitação, aumentando o suprimento de água ao longo do ano (Cardoso *et al.*, 2006), que tendem a se acumular nas áreas mais baixas do terreno (279 a 315 m).

O relevo da microbacia do Igarapé Novo Mundo proporcionou seis classes diferentes (Figura 3), sendo plano (6,84 %), suave ondulado (30,66 %), ondulado (46,54 %), forte ondulado (15,13 %), montanhoso (0,80 %) e escarpado (0,3 %). As classes de relevo plano, suave ondulado e ondulado que as três classes juntas representam 84,04 % da microbacia do Igarapé Novo Mundo. Almeida Filho (2000) esclarece que são características comuns em latossolos que contribuem diretamente para formação das ordens hidrográficas, principalmente rede do tipo dendrítico que predomina em regiões planas, que favorece ainda a distribuição e velocidade do escoamento superficial.

O relevo associado a altitude influencia diretamente no clima da região. A temperatu-

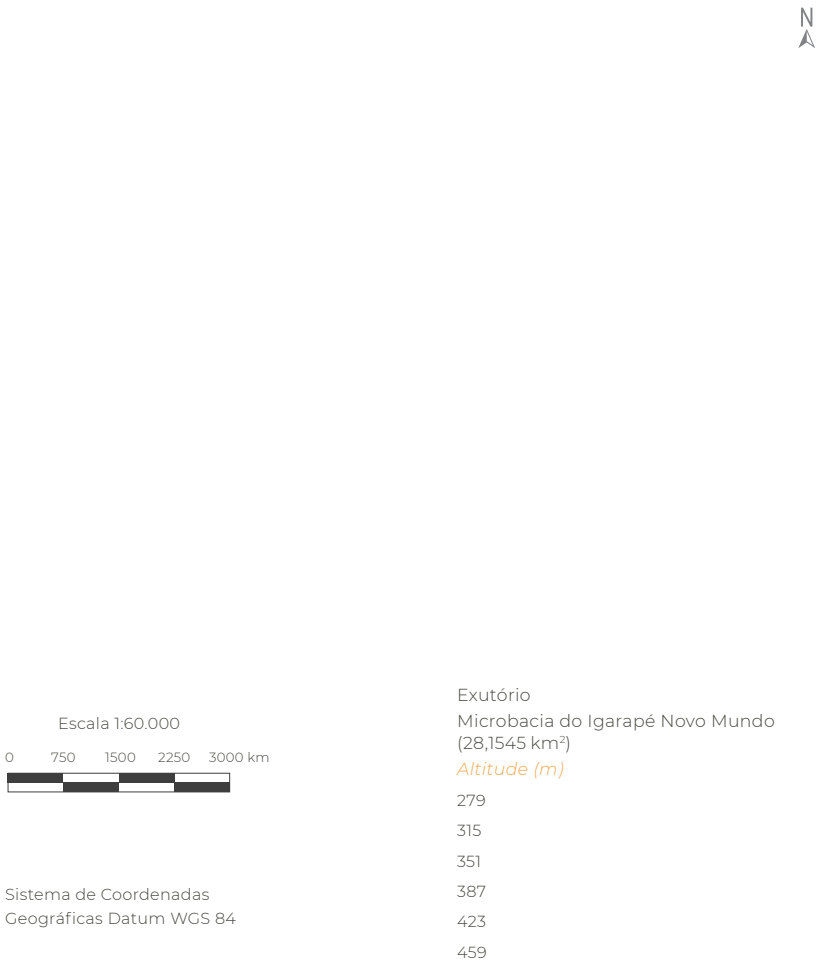

Figura 2 Classificação da altitude da microbacia do Igarapé Novo Mundo em Nova Brasilândia D'Oeste, Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil

ra sofre variação de acordo com o aumento da altitude, assim como, a velocidade do escoamento, neste caso, apresentando baixo risco de enchentes e inundações, pois a microbacia tem alta velocidade no escoamento da precipitação. Esses dados também corroboram com os encontrados por Silva (2017), em levantamento da microbacia do Igarapé D'Alincourt, no município de Santa Luzia do Oeste, Rondônia.

O coeficiente de compacidade foi de 2,10, indicando que a microbacia não está sujeita a enchentes, ou seja, bem acima do valor de > 1,50, descrito no estudo de Lima Júnior *et al.* (2012). O fator de forma é de 0,35 e o índice de circularidade de 0,22, indicando que o perímetro da microbacia aproxima-se de uma forma alongada, não favorecendo os processos de inundação, em condições normais de precipitação e provavelmente em condições excepcionais (Lima Júnior *et al.*, 2012; Cardoso *et al.*, 2006).

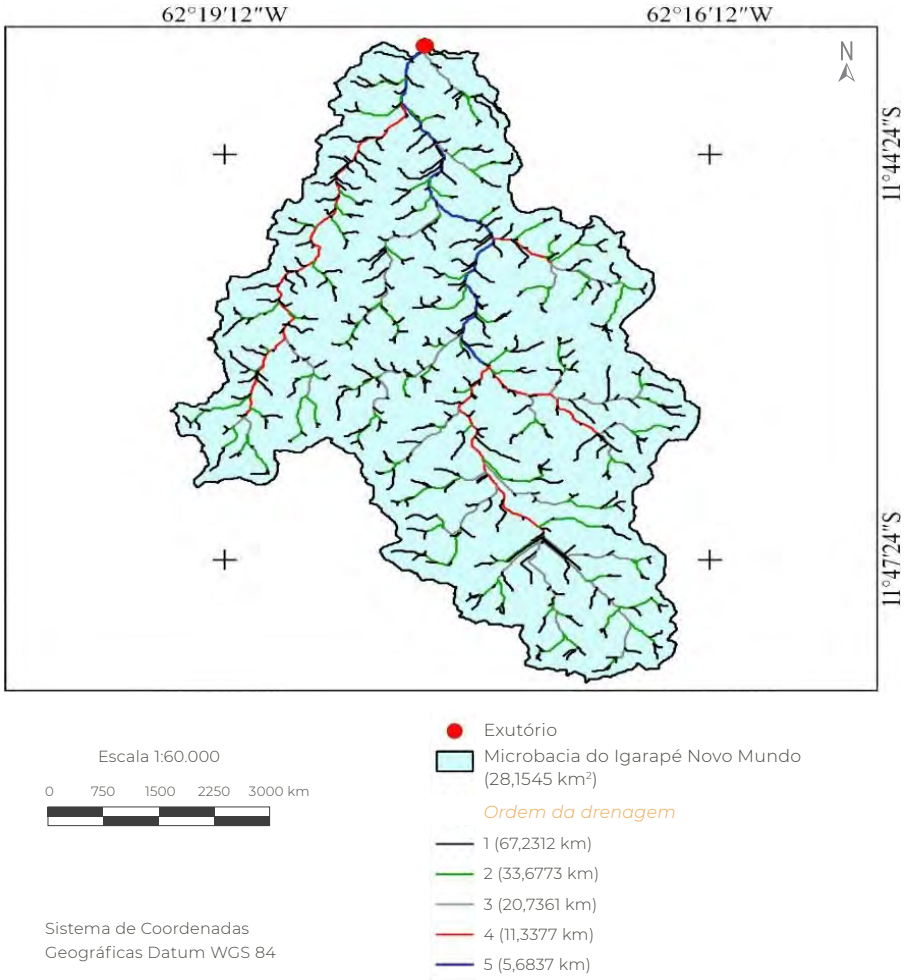

Figura 4 Classificação das ordens de drenagem da microbacia do Igarapé Novo Mundo em Nova Brasilândia D'Oeste, Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil

e em outras microbacias de regiões próximas, que as microbacias ultrapassam a 3ª ordem (Silva, 2017; Siqueira *et al.*, 2017). Portanto, este aumento no número de ordens pode ser devido à conjuntura encontrada na região amazônica, entretanto são necessários estudos mais específicos para comprovar esta relação e suas causas.

A densidade hidrográfica é baixa, 0,18 canais/km², ou seja, menos de 1 canal por km². A densidade de drenagem da microbacia é de 4,93 km km^{-2} e tempo de concentração de 2,23 horas, indicando dessa forma que a microbacia possui 'muito alta' capacidade de drenagem. A densidade de drenagem é um fator essência para indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica (Antoneli e Thomaz, 2007; Teodoro *et al.*, 2007).

O índice de sinuosidade da microbacia foi de 23,09 %, sugerindo que os canais tendem a serem retos (retilíneos), e conforme Antoneli e Thomaz (2007), esse tipo de canal favorece maior condução de sedimentos.

4. Conclusão

A microbacia do Igarapé Novo Mundo tem uma área extensa, as altitudes são condicentes com a região, com predominância de relevo plano, suave ondulado e ondulado, conforme as características de latossolos. As características morfométricas indicam que a microbacia não está sujeita a enchentes e possui alta capacidade de drenagem. Portanto, recomenda-se adoção de práticas de manejo conservacionista e recomposição das matas ciliares para a manutenção das características morfométricas da microbacia.

5. Agradecimentos

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

6. Referências citadas

ALMEIDA FILHO, G. S. 2000. *Diagnóstico de processos erosivos lineares associados a eventos pluviosos no município de Bauru, SP*. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil. Dissertação de Mestrado.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. e G. SPAROVEK. 2014. "Köppen's climate classification map for Brazil". *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.

ALVES, J. M. D. P. e P. T. A. CASTRO. 2016. "Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos". *Revista Brasileira de Geociências*, 33(2): 117-124.

ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V. e M. T. SILVA. 2014. "Análise morfométrica da microbacia hidrográfica riacho Namorado, São João do Cariri-PB: Uma ferramenta ao diagnóstico físico". *Revista de Geografia*, 31(3): 130-148.

ANTONELI, V. e E. L. THOMAZ. 2007. "Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR". *Revista Caminhos da Geografia*, 8(21): 46-58.

BELTRAME, A. V. 1994. *Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação*. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, Brasil.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B. e S. M. MARTINS. 2006. "Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ". *Revista Árvore*, 30(2): 241-248.

CHRISTOFOLETTI, A. 1980. *Geomorfologia* (2ª ed). Edgard Blücher. São Paulo, Brasil.

CHRISTOFOLETTI, A. 1999. *Modelagem de sistemas ambientais*. Edgard Blücher. São Paulo, Brasil.

FAUSTINO, J. 1996. *Planificación y gestión de manejo de cuencas*. CATIE. 1: 90. Turrialba, Costa Rica.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2012. *Manual Técnico da vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro, Brasil.

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

LIMA, W. P. 1986. *Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas*. Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' (Esalq/USP). Piracicaba, Brasil.

LIMA JÚNIOR, J. C.; VIEIRA, W. L.; MACÊDO, K. G.; SOUZA, S. A. e F. A. L. NASCIMENTO. 2012. Determinação das características morfométricas da sub-bacia do Riacho Madeira Cortada, Quixelô, CE. *VII Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI). Anais...* 1-7. Tocantins, Brasil. (19-21 de outubro).

MACHADO, G. e J. O. P. SOUZA. 2005. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Chôco - Ibaiti - PR. *X Encontro de Geógrafos da América Latina. Anais...* Sao Paulo, Brasil. (20 a 26 de março).

PARVIS, M. 1950. "Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks". *Photogrammetric Engineering*, 16(3): 387-408.

QGIS Development Team. 2015. *QGIS Geographic Information System.* Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: http://qgis.osgeo.org. [Consulta: abril, 2017].

RAFAELI NETO, S. L. 1994. *Análises morfométricas em bacias hidrográficas integradas a um sistema de informações geográficas*. Departamento de Geociências. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Brasil. Dissertação de Mestrado.

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, 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.

SILVA, A. F. 2017. *Caracterização morfométrica e índice de desmatamento na microbacia hidrográfica do igarapé D'Alincourt*. Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Rondônia. Rolim de Moura, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso.

SILVA, J. X. e R. T. ZAIDAN. 2004. *Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações*. Bertrand. Rio de Janeiro, Brasil.

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.

SIQUEIRA, A. da S.; LA TORRE, J. J. S.; PARREIRA, C. F.; VENDRUSCOLO, J.; ROSA, D. M. e W. C. S. CAVALHEIRO. 2017. Caracterização morfométrica na microbacia do rio Conceição, Rondônia. *I Encontro Regional de Geotecnologias no Ambiente Amazônico*. pp. 59-67. Rolim de Moura, Brasil. (20-22 de setembro).

STRAHLER, A. N. 1957. "Quantitative analysis of watershed geomorphology". *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6): 913-920.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L. e B. B. FULLER. 2007. "O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local". *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 11(1): 137-156.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). *Science for a changing world*. Disponível em: <earthexplorer.usgs.gov>. [Consulta: janeiro, 2017].

WISLER, C. D. e E. F. BRATER. 1964. *Hidrologia*. Livro Técnico. Rio de Janeiro, Brasil.

Local e data de finalização do artigo:
Rolim de Moura (RO), Brasil; maio, 2018