
Análise Geomorfométrica da Bacia Hidrográfica do Mindu – Manaus – Amazonas

Geomorphometric Analysis of Mindu Basin - Manaus – Amazonas

Análisis Geomorfométrica de La Cuenca Hidrográfica Mindu - Manaus – Amazonas

Matheus Silveira de Queiroz ¹ <https://orcid.org/0000-0001-8722-7715>

Neliane de Sousa Alves ² <https://orcid.org/0000-0003-4851-8514>

¹ Mestrando em Geografia pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM –Manaus- AM- Brasil, matheussilveiradequeiroz@gmail.com

² Doutora em Geografia Física – USP-Brasil, Professora da Universidade do Estado do Amazonas – UEA –Manaus-AM-Brasil nsalves@uea.edu.br.

Resumo

A Bacia hidrográfica do Mindu está localizada no município de Manaus e para entender a sua dinâmica geomorfológica foram analisados índices geomorfométricos e realizados trabalhos de campo entre os anos de 2018-2019. Observa-se que a maior parte da bacia (80,8%) está localizada em terrenos com declividades planas e onduladas, indicando que a maior parte da bacia possui suscetibilidade a erosão de baixa a ligeira. A análise das curvaturas de perfil e tangencial indicam que a bacia possui encostas com características de convergência e aceleração de fluxo, aumentando a velocidade superficial do fluxo e agravando os processos erosivos. A bacia possui um baixo entalhamento do relevo, indicando que existe uma baixa influência da erosão por cursos d'água.

Palavras-chave: Geomorfometria; Estudo do Relevo; Processos Morfológicos.

Abstract

Mindu basin is located in the municipality of Manaus and to understand its geomorphological dynamics, geomorphometric indices were analyzed and fieldwork carried out between the years 2018-2019. It is observed that most of the basin (80.8%) is located on land with flat and undulating slopes, indicating that most of the basin is susceptible to low to light erosion. The analysis of the profile and tangential curvatures indicate that the basin has slopes with characteristics of convergence and acceleration of flow, increasing the superficial velocity of the flow and aggravating the erosive processes. The basin has a low relief notch, indicating that there is a low influence of erosion by watercourses.

Keywords: Geomorphometry; Relief Study; Morphological Processes

Resumen

La cuenca del Mindu se encuentra en el municipio de Manaus y para comprender su dinámica geomorfológica, se analizaron los índices geomorfométricos y se realizó el trabajo de campo entre los años 2018-2019. Se observa que la mayor parte de la cuenca (80.8%) se encuentra en terrenos con

pendientes planas y onduladas, lo que indica que la mayor parte de la cuenca es susceptible a la erosión de baja a ligera. El análisis de las curvaturas tangenciales y del perfil indican que la cuenca tiene pendientes con características de convergencia y aceleración del flujo, lo que aumenta la velocidad superficial del flujo y agrava los procesos erosivos. La cuenca tiene una muesca de bajo relieve, lo que indica que existe una baja influencia de la erosión por los cursos de agua.

Palabras clave: Geomorfometría; Estudio del Terreno; Procesos Morfológicos.

Recebido em: 31/03/2020

Aceito para publicação em: 30/06/2020

Publicado em 20/07/2020

Introdução

As encostas/vertentes são as unidades geomorfológicas que ocupam a maior parte da superfície terrestre (GUERRA, 2011) e seu estudo é essencial para entender a dinâmica do relevo, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais (ABRAHAMS, 1986; GUERRA, 2011, 2002, 2008; GOUDIE, 1995; JORGE; GUERRA, 2013).

O relevo natural possui uma diversidade de formas e processos que interrelacionando-se formam a morfodinâmica e morfogênese do mesmo (ROSS, 1990). Quando se trata do relevo em áreas urbanas, estes processos aumentam em complexidade, formando vertentes que necessitam de estudos específicos para entendimento da dinâmica do relevo (JORGE, 2011; GUERRA, 2011; RODRIGUES; MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2013).

Além das características naturais como declividade e forma de encosta, as ações antrópicas influem na intensidade dos processos erosivos e riscos geomorfológicos. Segundo Peggia (1998) o homem pode modificar a natureza em três níveis de abordagem: modificação no relevo e alterações fisiográficas da paisagem; alteração fisiológica da paisagem e a criação de depósitos tecnogênicos.

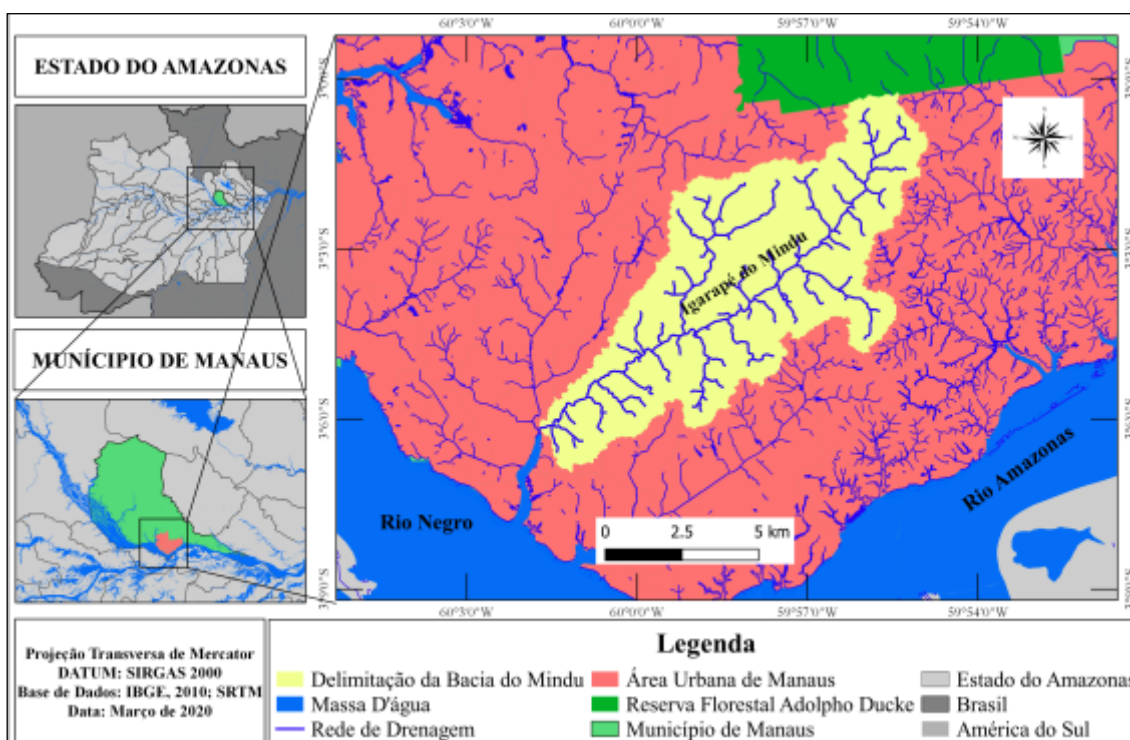
Entender os processos geomorfológicos e erosivos em áreas urbanas é cada vez mais importante para a formulação de políticas públicas que busquem a prevenção de perdas de vida por processos geomorfológicos. Delimitando-se as bacias hidrográficas os estudos do relevo, estes podem ser analisados em conjunto com a hidrologia e os processos resultantes (STEVANUX; LATRUBESSE, 2017). Este trabalho utiliza

parâmetros geomorfométricos para analisar as características do relevo em uma bacia hidrográfica na área urbana de Manaus – Amazonas.

Localização da Área de Estudo e Características Geomorfológicas

A bacia hidrográfica do Mindu é uma sub-bacia da bacia do São Raimundo, localizada na área urbana do município de Manaus, possuindo uma área de 66 km² e o seu canal principal, o igarapé do Mindu, possui uma extensão de 18,2 km (QUEIROZ *et al.*, 2019a, QUEIROZ, 2019). A cidade de Manaus possui uma população estimada de 2.145.444 habitantes (IBGE, 2019) e na área da bacia estão localizados os bairros Jorge Teixeira, Cidade de Deus, Tancredo Neves, Gilberto Mestrinho, São José Operário, Cidade Nova, Coroadó, Aleixo, Novo Aleixo, Flores, Parque 10 de Novembro, Adrianópolis, Nossa Senhora das Graças, Chapada, São Geraldo, São Jorge, que são alguns dos bairros mais populosos da cidade (QUEIROZ, 2019).

Mapa 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Mindu- Amazonas



Elaboração: Os autores, (2019).

Silva (2005, p. 102) afirma, com base na classificação do relevo de Nascimento *et al.* (1976), que a região de Manaus está localizada no Planalto Dissecado Rio Trombetas-Negro, sendo a maior unidade geomorfológica da região. Ross (2000) nomeia a macrounidade geomorfológica que o sítio de Manaus está assentado de Planalto da Amazônia Oriental, a qual Gatto (1989) denominou de Planalto Negro-Jari. A

classificação mais recente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2006) denomina como Planalto Rebaixado dos Rios Negro/Uatumã.

Segundo Rozo (2004) o Planalto Rebaixado dos Rios Negro/Uatumã apresenta três compartimentações geomorfológicas: o primeiro possui uma altimetria maior em relação aos outros, alcançando entre 20 e 100 metros, os interflúvios apresentam de 1,5 a 2,0 km de largura e um relevo com certo grau de dissecação; o segundo possui uma área plana de altimetria entre 10 e 50 metros com grau de dissecação baixo, apresenta colúvios de crosta laterítica; e o terceiro possui altimetria baixa de no máximo 25 metros e áreas mais aplainadas que o segundo.

Essa unidade é representada por pequenas e médias colinas dissecadas pela ação do clima, vales fechados e uma rede de drenagem subdendrítica, a área está modelada na Formação Geológica Alter do Chão. Localmente a altimetria da região da cidade de Manaus não ultrapassa 120 metros com colinas com uma altimetria entre 50 e 100 metros (VIEIRA, 2008, p. 30; SILVA, 2005, p. 102).

O sítio de Manaus apresenta como principal característica os interflúvios tabulares ou platôs, apresentando curvaturas côncavas, convexas e retilíneas em suas encostas, porém ocorre uma diferenciação morfológica na espacialização dessas formas ao longo do sítio manauara. A Zona Leste da cidade apresenta platôs que terminam em encostas de grande declividade, curtas e de forma convexa. A Zona Oeste apresenta platôs mais extensos, porém as encostas são mais retilíneas e longas com menor declividade. As outras zonas se assemelham entre si com encostas variando entre côncavas e convexas, declividades altas e baixas, variando em extensão (VIEIRA, 2008, p. 30).

A geomorfologia da área de Manaus apresenta feições associadas à evolução geológica durante o Cenozoico. As linhas no relevo estão condicionadas pela estruturação em sentido NW-SE e SE-SW, cujo *trends* correspondem à orientação das principais drenagens da região da Amazônia Central. Porém, existem estruturações que são condicionadas em sentido N-S e E-W que são igualmente importantes na compartimentação e evolução do relevo (SILVA, 2005, p. 102).

Materiais e Métodos

Existem alguns parâmetros morfométricos que podem ser analisados no estudo e caracterização do relevo de uma determinada área. Neste trabalho foram analisados oito parâmetros: Declividade das Vertentes (*Slope*), Declividade do Canal Principal, Forma

das Vertentes, Índice de rugosidade, Relação de Relevô, Densidade de Drenagem, Amplitude Altimétrica, Extensão do Percurso Superficial. Para validar os dados foram realizados trabalhos de campo entre 2018-2019 e pesquisas bibliográficas.

Para o cálculo da declividade e orientação das vertentes usou-se as fórmulas propostas por Horn (1981) plotadas no *Q-GIS* em porcentagem, utilizando o MDE SRTM para o mapeamento da declividade das encostas na bacia hidrográfica do Mindu. Os resultados de declividade foram comparados e agrupados de acordo com a classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2006) que classifica as formas de relevo em seis classes: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e escarpado, de acordo com a declividade do terreno (Tabela 1).

Tabela 1 - Classes de declividade do terreno

Declividade (%)	Forma do Relevô
0 - 3	Plano
3 - 8	Suave Ondulado
8 - 20	Ondulado
20 - 45	Forte Ondulado
45 - 75	Montanhoso
75 -	Escarpado

Fonte: EMBRAPA, 2006.

A declividade média do canal principal da bacia foi calculada segundo a fórmula proposta em Villela e Matos (1975). Esse é o método mais efetivo de calcular a declividade média do canal, pois considera diversos trechos ao longo do perfil longitudinal.

$$S = \left(\frac{\sum L_i}{\sum \left(\frac{L_i}{\sqrt{D_i}} \right)} \right)^2$$

Onde:

S = É a declividade média ($m\ m^{-1}$)

L_i = É a distância em cada trecho considerado em metros

D_i = É a declividade em cada trecho considerado

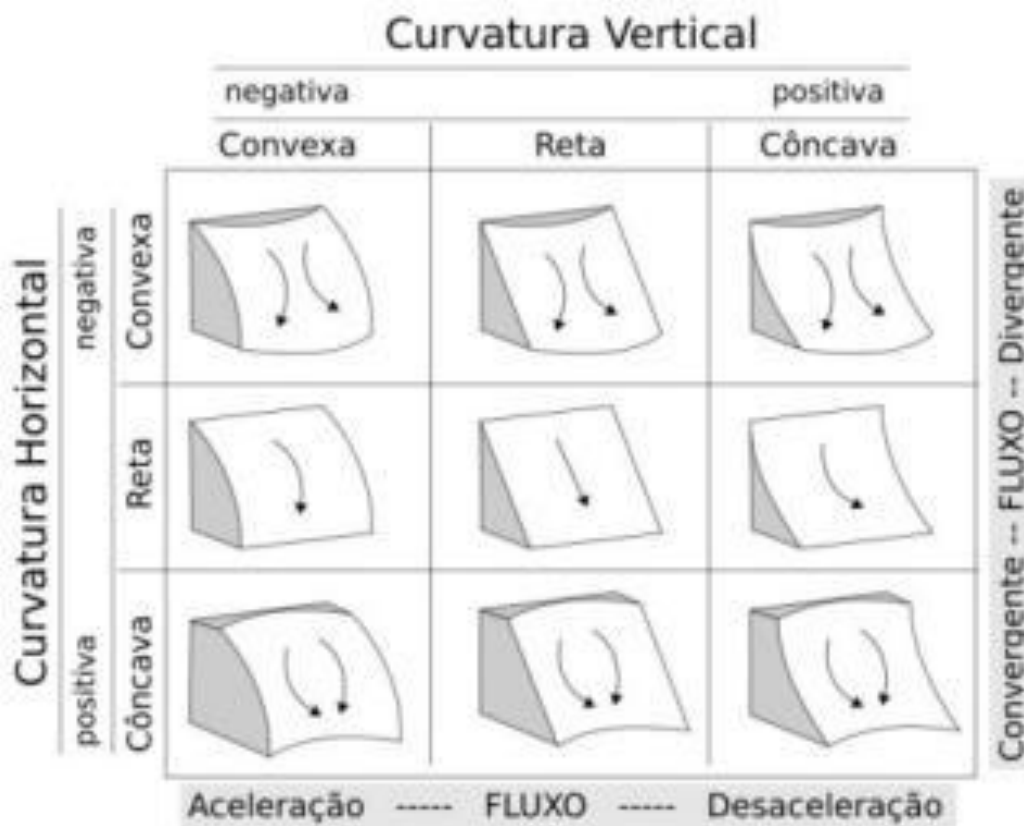
Para analisar o grau de susceptibilidade à erosão foi usada a classificação de Ramalho Filho e Beek (1995) sendo qualificada de acordo com a declividade do terreno em seis classes: Nulo (declividades de 0-3%); Ligeiro (3-8%); Moderado (8-13%); Forte (13-20%); Muito Forte (20-45%); Extremamente Forte (45% >).

Segundo Guerra (2011, p. 17) as encostas podem ser classificadas em côncavas, convexas ou retilíneas, e dificilmente apresenta uma única forma ao longo da vertente, sendo possíveis nove formas de relevo. Foi calculada a forma das vertentes na bacia do Mindu através das curvaturas de perfil (*Profile Curvature*) ou vertical e curvatura tangencial (*Tangential Curvature*) ou horizontal.

A curvatura de perfil é a taxa variante da declividade medida perpendicularmente à vertente e exprime elementos de aceleração ou desaceleração de fluxo na vertente. Valores positivos indicam curvaturas côncavas que representam desaceleração de fluxo, e valores negativos indicam curvaturas convexas que representam aceleração de fluxo (GROHMANN, 2008, p. 51).

A curvatura tangencial é medida de forma perpendicular à vertente e exprime as relações de convergência ou divergência de fluxo. Os valores positivos indicam vertentes côncavas com fluxo convergente e os valores negativos indicam vertentes convexas com fluxo divergente (GROHMANN, 2008, p. 51) (Figura 1).

Figura 1 - Relação entre as Curvaturas de Perfil (Vertical) e Tangencial (Horizontal)



Fonte: Grohmann (2008).

A hipsometria preocupa-se em estudar as relações entre unidades horizontais e verticais do relevo (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 117). Na análise hipsométrica foi calculada a Amplitude altimétrica máxima da bacia, Relação de relevo, Índice de rugosidade.

A amplitude altimétrica máxima da bacia corresponde à diferença altimétrica entre a foz da bacia e o ponto mais elevado topograficamente, não importando onde o mesmo se localiza. Sendo calculada pela seguinte fórmula:

$$H_m = H_{\max} - H_{\min}$$

Onde:

H_m = É a Amplitude Altimétrica da Bacia

H_{\max} = É a Altitude Máxima da Bacia

H_{\min} = É o nível de base (foz) da bacia

A Relação de Relevo considera a relação entre a Amplitude Altimétrica da bacia e o seu comprimento máximo (SCHUMM, 1956, p. 612). Pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$R_r = \frac{H_m}{L_h}$$

Onde:

R_r = É a relação de Relevo

H_m = É a Amplitude Altimétrica da Bacia

L_h = É o comprimento da bacia

A densidade drenagem é o parâmetro que controla a eficiência de drenagem de uma bacia. Horton (1932) definiu a densidade de drenagem como o quociente entre a soma total dos canais e a área de drenagem, sendo expressa pela seguinte fórmula:

$$D_d = \sum \frac{C}{A_d}$$

Onde:

D_d = É a Densidade de Drenagem

C = É o comprimento total dos canais

A_d = É a Área da Bacia

O Índice de Rugosidade é um parâmetro que expressa um dos aspectos da análise adimensional do canal. Christofolletti (1980, p. 121) afirma que “o índice de rugosidade combina as qualidades de declividade e comprimento das vertentes com a densidade de

drenagem, representando-o como número adimensional [...]”. O índice pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$$I_r = H_m D_d$$

Onde:

I_r = É o índice de Rugosidade

H_m = É a Amplitude Altimétrica da Bacia

D_d = É a Densidade de Drenagem

A extensão do percurso superficial representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 111). Esse parâmetro é importante para entender o desenvolvimento hidrológico e fisiográfico da bacia, podendo ser calculado pela seguinte fórmula:

$$E_{ps} = \frac{1}{2D_d}$$

Onde:

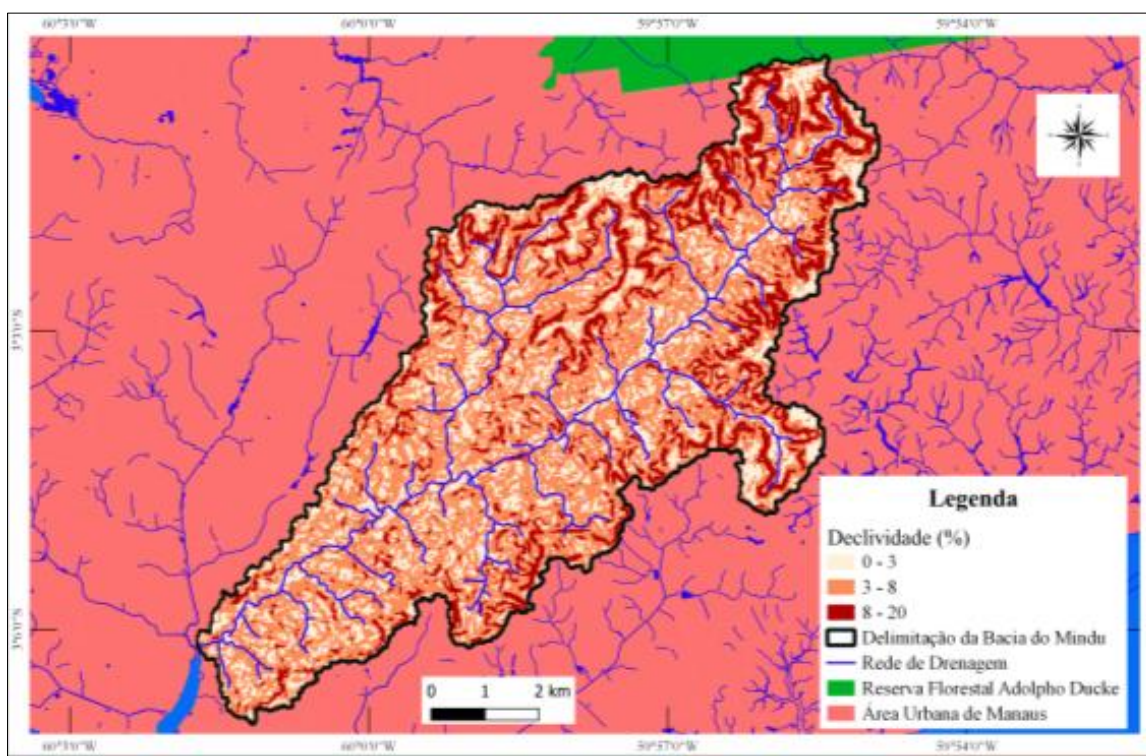
E_{ps} = Representa a extensão do percurso superficial

D_d = Densidade de Drenagem da Bacia.

Resultados e Discussões

A declividade na bacia hidrográfica do Mindu não ultrapassa os 20%, sendo classificada em Plano (0-3%), Suave Ondulado (3-8%) e Ondulado (8-20%) (Mapa 2). A área com declividade plana na bacia hidrográfica do Mindu corresponde a 17,2 km² dos 66 km² da bacia (equivalente a 26,1% do total), enquanto os terrenos suaves ondulados e ondulados correspondem a uma área de 36,1 km² (54,7%) e 12,7 km² (19,2%), respectivamente. Nota-se que mais da metade da área da bacia está assentada sobre terrenos suaves ondulados.

O igarapé do Mindu, principal rio da bacia, possui uma declividade média (S) ao longo da sua extensão de 0,001 m m⁻¹, indicando um terreno quase plano na extensão do curso d'água. Quanto a susceptibilidade à erosão os valores se dividem em Nulo (0-3% de declividade) com 17,2 km² (equivalente a 26,1%); Ligeiro (3-8%) com 36,1 km² (54,7%); Moderado (8-13%) com 9,7 km² (14,7%); Forte (13-20%) com 3 km² (4,5%).

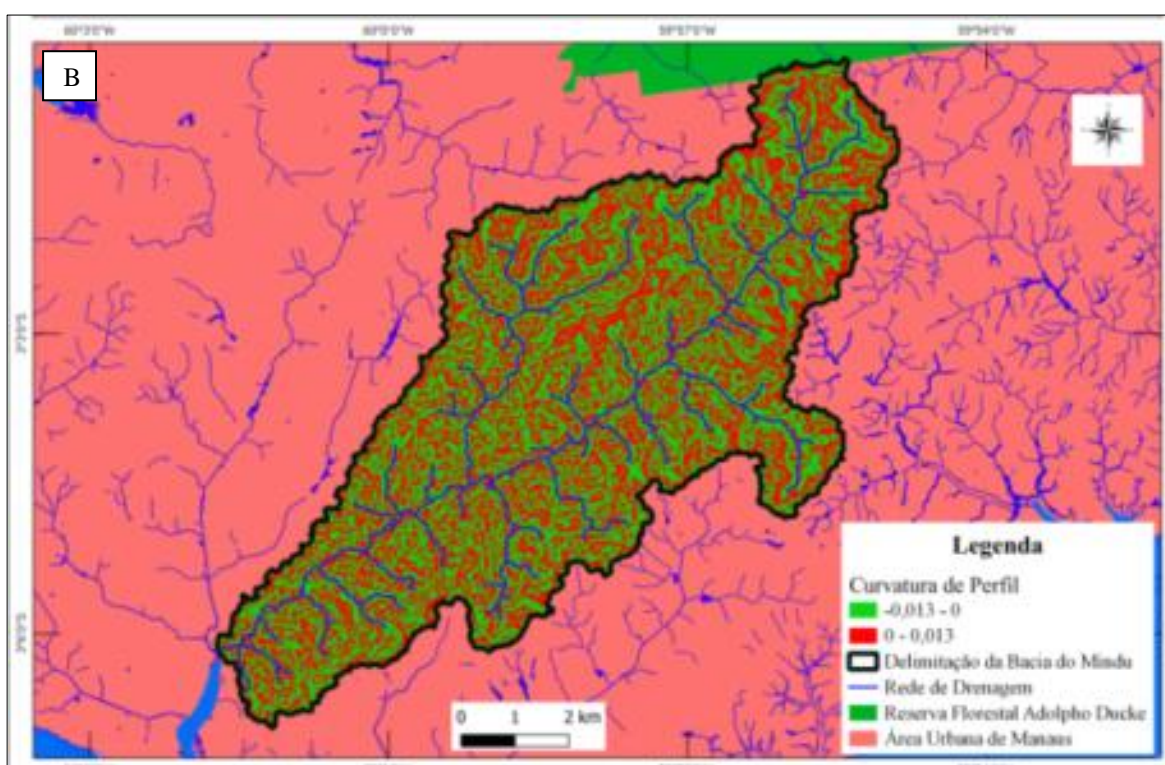
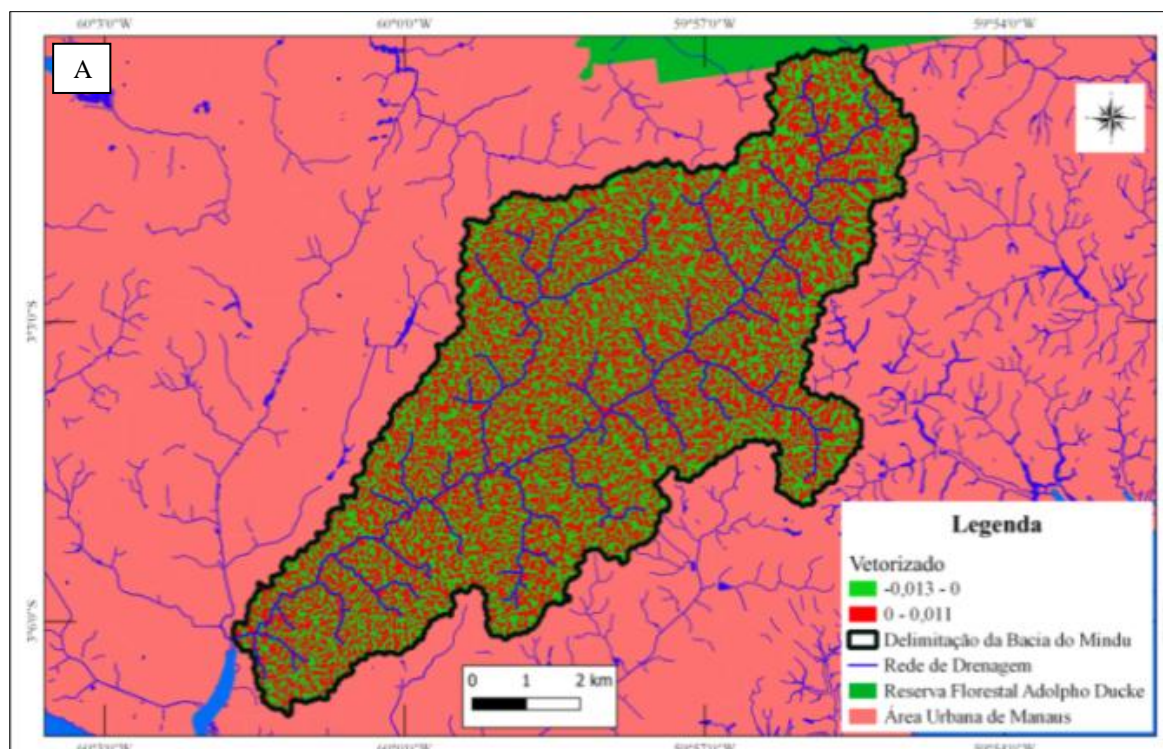
Mapa 2 – Declividade da Bacia Hidrográfica do Mindu -Amazonas

Elaboração: Os autores, (2020).

Os dados indicam que os maiores índices de susceptibilidade à erosão (Moderado e Forte) localizam-se no Alto curso da bacia. Ao longo da extensão do canal principal os índices de susceptibilidade são menores, variando entre Nulo e Ligeiro, e predominam processos erosivos do tipo lateral, conforme observado por Queiroz (2019). Outros fatores que indicam a susceptibilidade à erosão do relevo são a curvatura tangencial (tangential curvature) e de perfil (profile curvature) (Mapas 3 a, b).

A curvatura de perfil da bacia indica que a predominância é de encostas côncavas (valores negativos) com 34,5 km² de área (equivalente a 52,3% do total) e as encostas convexas (valores positivos) correspondem a uma área de 31,5 km² (47,7%), indicando que há uma predominância de desaceleração de fluxo na bacia, porém a presença de vertentes com aceleração de fluxo (vertentes convexas) também é considerada na análise das formas do relevo, indicando que 47,7% das encostas da bacia possuem curvaturas que aceleram o fluxo quando da entrada de fluxo na mesma.

Mapa 3a e 3b – Curvatura Tangencial e Curvatura de Perfil da bacia hidrográfica do Mindu- Amazonas



Elaboração: Os autores, (2020).

A curvatura tangencial indica que a predominância é de encostas convexas (valores negativos) com uma área de 33,1 km² (50,2%), de forma que o fluxo nas vertentes é divergente, porém o índice das encostas côncavas é próximo com 32,9 km²

Geopauta, Vitória da Conquista, ISSN: 2594-5033, V. 4, n. 2, 2020, (p. 109-123) <http://periodicos2.uesb.br/index.php/geo>

Este é um artigo de acesso aberto sob a licença Creative Commons da CC BY

(49,8%) indicando que aceleração de fluxo pode aumentar o risco à inundação na bacia e as ações erosivas. Dessa forma, a análise dos dados das curvaturas de perfil e tangencial indica que apesar de há uma predominância de vertentes com fluxo divergente e desacelerado, a presença de fluxo concentrado e acelerado influi nas ações erosivas na área da bacia e nos processos de inundações.

A área ocupada, no ano de 2018, na bacia é de 82,4% (equivalente a 54,4 km²) e a área vegetada é de 17,6% (11,6 km²); entre os anos de 1992 e 2019 a área ocupada aumentou 30,5% e a vegetação diminuiu 54%; entre 2009 e 2018 a área ocupada na bacia se manteve estável isto ocorreu devido à presença de áreas de preservação permanente dentro do perímetro da bacia (QUEIROZ, 2019).

O alto grau de urbanização, principalmente no alto curso da bacia (ALVES *et al.*, 2016; QUEIROZ, 2019), onde estão localizadas as maiores declividades e os maiores índices de susceptibilidade à erosão, aumenta o risco de desastres geomorfológicos na área e aumenta a presença de feições erosivas como voçorocas conforme observaram Queiroz *et al.* (2019b) e Cassiano (2013).

Queiroz *et al.* (2019b) relacionou a presença de voçorocas na alta bacia do Mindu com a forma do relevo (segundo o autor naquela região predomina convergência e aceleração de fluxo) e a presença da ação antrópica que modificou o meio ambiente natural suprimindo a vegetação para construção civil, deixando o solo exposto e diminuindo as taxas de infiltração e interceptação das águas pluviais. O relevo colinoso e a ocupação irregular nas vertentes de alta declividade também podem aumentar os riscos, este cenário também é observado na alta bacia do Mindu.

Nas baixa e média bacia o grau de investimento em infraestrutura urbana é maior, pois os estabelecimentos instalados possuem maior poder aquisitivo (ALVES *et al.*, 2016), dessa forma a presença de estruturas (dissipador de energia, muro de arrimo, contenção de erosão fluvial etc.) que previnem a ação erosiva e movimentos de massa é maior (QUEIROZ, 2019).

Os fatores como a amplitude altimétrica, índice de rugosidade, densidade de drenagem, relação de relevo e extensão do percurso superficial (tabela 3), fornecem indicativos do grau de entalhamento e dissecação do relevo da área estudada (CASTRO; CARVALHO, 2009; SANTOS *et al.*, 2012).

Tabela 3 – Índices de relevo analisados para a bacia

Índices Analisados	Resultado
Amplitude Altimétrica	109 m
Altitude Máxima	126 m
Altitude Mínima	17 m
Índice de Rugosidade	141,7
Densidade de Drenagem	1,3 km km ²
Relação de Relevo	6,6 m/km
Extensão do Percurso Superficial	0,40 km

Fonte: Elaborada com base nos dados do mapeamento da bacia. Os autores, (2020).

A amplitude altimétrica indica qual o desnível médio da bacia (CASTRO; CARVALHO, 2009). Quando se fala apenas do igarapé do Mindu, a amplitude altimétrica é de apenas 20 metros em 18,2 km de extensão, fator que explica a baixa declividade do canal ($0,001 \text{ m m}^{-1}$).

Segundo Castro e Carvalho (2009, p. 06) o índice de rugosidade da bacia “mostra a relação declividade com os comprimentos dos canais, sendo que quanto maior for o índice implica em relevo mais colinoso e dissecado (maiores declividades) e canais mais entalhados”. O índice na bacia hidrográfica do Mindu é de 141,7, indicando que a bacia possui declividades menores e canais pouco dissecados. Santos *et al.* (2012) afirmam que quanto maior for a Relação de Relevo mais eficiente será o escoamento superficial. No caso da bacia hidrográfica do Mindu o valor de 6,6 m/km indica que o relevo possui uma baixa eficiência de drenagem, favorecendo inundações.

O baixo valor da densidade de drenagem na bacia ($1,3 \text{ km/km}^2$) está relacionado com o baixo índice de dissecação da bacia, pois, segundo Castro e Carvalho (2009), a mesma está diretamente relacionada à erosão fluvial e à capacidade de entalhamento que a bacia terá no relevo. O baixo valor da extensão do percurso superficial (0,4 km), que indica a extensão que a água percorre do ponto mais alto da vertente até o curso d’água, corrobora com dados anteriores indicando o baixo grau de dessecação do relevo e drenagem com baixo poder erosivo.

Considerações finais

Na bacia hidrográfica do Mindu pode-se observar que a maior parte da bacia (80,8%) está localizada em terrenos com declividades planas e onduladas, indicando que a maior parte da bacia possui suscetibilidade a erosão de baixa a ligeira, nota-se,

também, que as maiores susceptibilidades a erosão (moderada e forte) estão localizadas no alto curso onde há uma maior densidade populacional e população com menor poder aquisitivo, implicando em maiores riscos geomorfológicos na área.

As curvaturas de perfil e tangencial apesar de indicar formas de relevos com tendência de desaceleração e divergência de fluxo, a presença de aceleração e convergência se faz presente no perímetro da bacia, podendo aumentar o poder erosivo nas encostas e os riscos a inundação, pois a água chega mais rápido ao fundo de vale, podendo transbordar o canal e causar danos materiais e perdas de vida.

Os índices de amplitude altimétrica, índice de rugosidade, densidade de drenagem, relação de relevo e extensão do percurso superficial, indicam o baixo grau de dissecção do relevo e que a ação hídrica possui pouco poder de entalhamento do relevo na bacia.

REFERÊNCIAS

ALVES, N. S.; CARVALHO, B. L.; RODRIGUES, R. C. C.; SANTOS, W. R. Fatores Condicionantes do Risco de Inundações na Bacia Hidrográfica do Igarapé do Mindu, Manaus-AM. **Anais do 11º SINAGEO**, Maringá, 2016.

CASSIANO, K. R. M. **Análise Geográfica De Áreas De Risco Na Bacia Hidrográfica No Igarapé Do Mindu - Manaus (Am)**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

CASTRO, S. B.; CARVALHO, T. M. Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo - GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Scientia Plena** 5, 025401, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

GATTO, L. S. Relevo. In: **Geografia do Brasil**; Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

GOUDIE, A. **The human Impact on the Natural Environment**. Oxford Basil Blackwell Publishers, England, 1995.

GROHMANN, C. H. **Introdução à Análise Digital de Terreno com GRASS-GIS**. Instituto de Geociências – USP, São Paulo, 2008.

GUERRA, A. J. T. Encostas e a Questão Ambiental, In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Orgs.). **A Questão Ambiental – Diferentes Abordagens**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 4º edição, pp. 191-218, 2008.

GUERRA, A. J. T. Encostas Urbanas. In: GUERRA, A.J.T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: BERTRAND BRASIL, 2011, pp. 13-42.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas Encostas. In: CUNHA, S.B; GUERRA, A.J.T. (Orgs.). **Geomorfologia – Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2º edição, pp. 139-155, 2002.

HORN, B. K. P. **Hill Shading and the Reflectance Map**. Proceedings of the IEEE, 69:14–47, 1981.

HORTON, R. E. Drainage basin characteristics. **Transition of the America Geophysical Union**, n 13, pp. 350 – 361, 1932.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: Junho de 2019.

IBGE. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: Unidade de Relevo IBGE, 2006.

JORGE, M. C. O. Geomorfologia Urbana: Conceitos, Metodologias e Teorias. In: GUERRA, A.J.T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: BERTRAND BRASIL, 2011, p. 117-145.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Erosão dos solos e movimentos de massa – recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes. In: JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Processos Erosivos e recuperação de áreas degradadas**. Oficina de Textos, São Paulo, p. 07-30, 2013.

NASCIMENTO, D. A., MAURO, C. A., GARCIA, M. G. L. Geomorfologia da Folha SA.21- Santarém. In: **BRASIL**. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SA-21-Santarém. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro: MME/DNPM, 1976. v. 10, cap. 2, p. 131-98.

PELOGGIA, A. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 24-31, 2005.

PELOGGIA, A. **O homem e o ambiente geológico**: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo. Xamã: São Paulo, 1998.

QUEIROZ, M. S. **Caracterização Hidrogeomorfológica da Bacia Hidrográfica do Mindu Manaus – Amazonas**. Monografia apresentada à Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Manaus, 2019.

QUEIROZ, M. S.; Batista, S. P. M. ; TOMAZ NETO, A. G. ; ALVES, N. S. . EXPEDIÇÃO MINDU: ANÁLISE GEOGRÁFICA DO IGARAPÉ DO MINDU. In: ALBUQUERQUE, C. C.; BATISTA, I. H. (Org.). **Workshop Internacional Sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas**. Editora da UFRR, Boa Vista, 2020, p. 922-930a.

QUEIROZ, M. S.; GOIABEIRA, C. V. S ; Batista, S. P. M. ; ALVES, N. S. ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DAS ÁGUAS DAS NASCENTES DO IGARAPÉ DO MINDU EM MANAUS - AMAZONAS. In: ALBUQUERQUE, C. C.; BATISTA, I. H. (Org.). **Workshop Internacional Sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas**. Editora da UFRR, Boa vista, 2020, p. 165-176b.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.

Geopauta, Vitória da Conquista, ISSN: 2594-5033, V. 4, n. 2, 2020, (p. 109-123) <http://periodicos2.uesb.br/index.php/geo>

Este é um artigo de acesso aberto sob a licença Creative Commons da CC BY

RODRIGUES, C. MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. Importância do fator antrópico na redefinição de processos geomorfológicos e riscos associados em áreas urbanizadas do meio trópico úmido. Exemplos na Grande São Paulo. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. Oficina dos Textos: Rio de Janeiro, 2013.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 9º ed. 2º reimpressão. Editora Contexto: São Paulo, 2017.

ROZO, J. M. G. **Evolução holocênica do rio Amazonas entre a ilha do Careiro e a foz do rio Madeira**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, Manaus, 2004.

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-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.945>).

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badland of Perth Amboy. **Geol. Soc. America Bulletin** 67, pp. 597-646, 1956.

SILVA, C. L. **Análise Da Tectônica Cenozóica Da Região De Manaus E Adjacências**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, 2005.

VIEIRA, A. F. G. **Desenvolvimento E Distribuição De Voçorocas Em Manaus (Am): Principais Fatores Controladores E Impactos Urbano-Ambientais**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2008.

VILLELA, S. M; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.