

ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA DE BACIA HIDROGRÁFICA URBANA: o caso do Ribeirão Pirapitinga em Catalão, Goiás

Luiz Carlos Junio Magno Dias Dos Santos ¹
Thallita Isabela Silva Martins Nazar²

INTRODUÇÃO

Catalão, Goiás, é uma das cidades que vem sofrendo os efeitos da ausência de planejamento ambiental e urbano adequados. Nos últimos anos, tem-se tornado notória a vulnerabilidade da região a enchentes e alagamentos, conforme apresentam Alves (2020) e Borges (2020), em seus estudos. Tais autores sugerem que as principais interferências para gerar esses impactos, consistem nas alterações hidrogeomorfológicas urbanas, dentre as quais destaca-se a canalização de córregos e expansão urbana, levando a uma crescente da cidade e paralelamente, gerando modificações sobre o relevo e as regiões hídricas.

Como exemplo dessa dinâmica, pode-se citar os processos erosivos e as inundações, que são fenômenos naturais que podem ser significativamente agravados pela intervenção humana, levando a consequências negativas para a sociedade e economia. A erosão acelerada, em uma bacia hidrográfica, além de causar perdas de solos, pode contribuir para o assoreamento dos corpos d'água; e as inundações que são intensificadas por fatores como a impermeabilização do solo, retificação dos canais fluviais, bem como a redução da capacidade de escoamento de água devido a obras de infraestrutura ou ao assoreamento, são causas de grandes prejuízos ambientais e socioeconômicos (MACHADO; TORRES, 2012).

Compreende-se que processos erosivos e as inundações têm origens tanto naturais quanto sociais. Portanto, segundo Machado e Torres (2012), uma compreensão mais aprofundada das causas naturais desses fenômenos pode ser alcançada por meio do estudo detalhado das características específicas das bacias hidrográficas. Nesse sentido,

¹ Mestrando do Programa de pós graduação da Universidade Federal de Catalão - UFCAT, luizcarlosjuniomagno@gmail.com;

² Orientadora e Professora da graduação e pós graduação da Universidade Federal de Catalão - UFCAT, Thallitanazar@Ufcatedu.br;

uma abordagem bastante utilizada é a análise morfométrica, que envolve a caracterização de parâmetros morfológicos que revelam aspectos físicos da bacia.

A análise morfométrica engloba uma ampla gama de parâmetros que contribuem para uma melhor caracterização do ambiente de uma bacia hidrográfica, incluindo sua propensão a determinados eventos e sua adequação para certas atividades humanas e modelos de ocupação do solo. Muitos desses parâmetros são utilizados como indicadores de degradação ambiental a que uma determinada bacia está sujeita, possibilitando uma avaliação mais precisa de sua vulnerabilidade a eventos como erosão e inundações (MACHADO; TORRES, 2012).

Neste sentido, busca-se realizar uma análise geomorfométrica da Alta Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pirapitinga - ABHRP, onde se encontra a área urbana de Catalão. O intuito foi verificar os fatores de interferência que levam às inundações e enchentes recorrentes, sob o ponto de vista geomorfológico.

METODOLOGIA

A área de estudo

O censo demográfico do IBGE de 2023, destaca Catalão como um município polo do sudeste goiano, com a dimensão territorial de 3.826,370 km², 114.427 habitantes, com uma densidade demográfica de 29,90hab/km² e IDHM (índice de desenvolvimento humano por municípios) de 0,766. O município destaca-se pela sua localização, tendo rodovias que conectam com a região metropolitana de Brasília e Goiânia, atraindo ao longo dos anos capital investidor, que interfere significativamente na dinâmica e uso do solo da cidade nas últimas décadas.

A Alta Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pirapitinga - ABHRP é uma bacia hidrográfica urbana, que atravessa Catalão de leste a oeste e refere-se à região de cabeceiras de drenagem do Ribeirão Pirapitinga, o qual deságua no Rio Paranaíba, sentido sul. A delimitação desta área refere-se ao fato de estar ocupada em quase sua totalidade pelo sítio urbano, o que desencadeia uma série de processos geomorfológicos de superfície, específicos de áreas urbanizadas.

Vários estudos como de Ribeiro (2012), Lima (2019), Alves (2020) e Borges (2020), levantaram questões relevantes acerca da ocupação e transformação dessas áreas de cabeceira, com destaque para canalizações do curso fluvial, represamentos,

aterramentos e desvios de nascentes, poluição hídrica, supressão de vegetação nativa, perda de habitats, aumento das áreas de escoamento em função da impermeabilização dos solos, ocorrências de enchentes e alagamentos.

Todos esses aspectos já diagnosticados em trabalhos anteriores contribuíram para a indagação sobre a natureza geomorfológica da ABHRP. Assim, partindo do pressuposto de que processos geomorfológicos em bacias hidrográficas podem ocorrer devido tanto a fatores naturais e antrópicos, torna-se relevante compreender quais os parâmetros morfométricos da ABHRP e como eles contribuem para o comportamento hídrico natural desta, já que este é assunto pouco abordado na literatura disponível atual.

A análise geomorfométrica

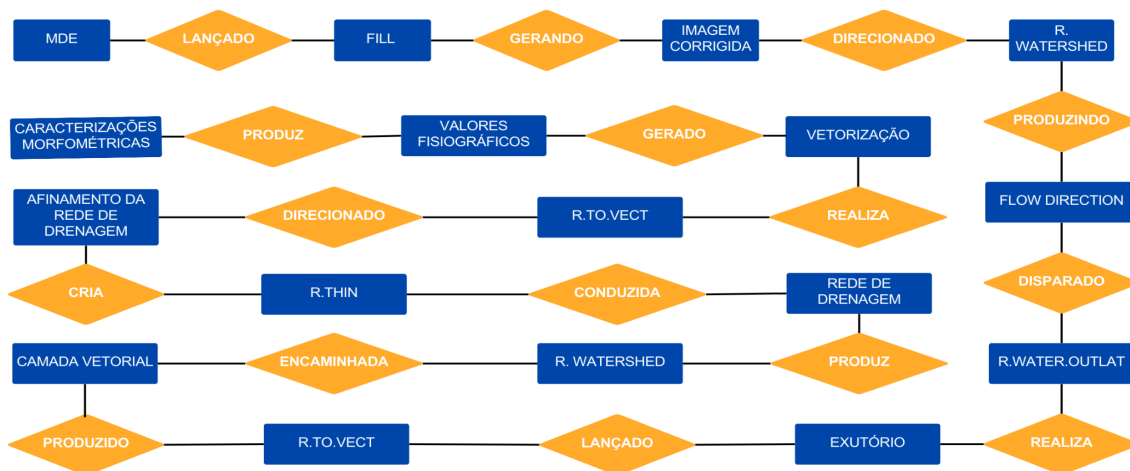
A pesquisa foi desenvolvida utilizando-se a metodologia quantitativa, na qual em primeiro momento se estrutura por trabalho de gabinete, com revisões bibliográficas no campo da hidrografia, geomorfologia, planejamento urbano e drenagem urbana.

Posteriormente, foi gerado um reconhecimento das características físicas do município a ser estudado através da plataforma *Google earth*, que foi utilizada também durante a produção dos mapas. Assim, iniciou-se a análise dos bancos de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG) e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Para o desenvolvimento da análise geomorfométrica, foi utilizado o *software* QGIS. Foi realizado um pré-processamento do Modelo Digital de Elevação (SRTM), a fim de corrigir valores negativos e preencher pixels sem dados, o que permitiu a elaboração mais confiável dos mapas hipsométrico e de declividade, e a extração dos dados fisiográficos e parâmetros morfométricos.

A produção da análise pode ser observada no fluxograma abaixo:

Figura 02: Fluxograma de análise das características morfométricas.



Fonte: Autoria própria.

Após a produção dos vetores de rede de drenagem, iniciou-se os cálculos dos valores fisiográficos. Nesta etapa, foram utilizadas duas principais ferramentas dentro do QGIS, a ferramenta “estatísticas zonais” que é utilizada no cruzamento de informações da camada raster e vetorial, para posteriormente gerar o cálculo dos valores estatísticos, Já a outra ferramenta utilizada foi a calculadora de campo, que possibilitou a realização de cálculos utilizando as camadas que estão sendo trabalhadas.

A terceira etapa consistiu na produção dos mapas, em que os bancos de dados com as características geológica, geomorfológica e hidrográfica foram repassados para o *software* QGIS, e posteriormente editadas e adaptadas para o local de pesquisa gerando a análise morfométrica e mapeamentos da área.

Por fim, foi realizada a análise dos dados e mapas, relacionando a influência e modificações do relevo, relacionando com os fatores de expansão urbana e posteriormente destacando as principais vulnerabilidades da região. Nesta etapa buscou-se discutir a relação homem-natureza e suas influências dentro do planejamento urbano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Características do relevo da ABHRP

De acordo com Villela e Mattos (1975), o relevo de uma bacia hidrográfica influencia significativamente os fatores meteorológicos e hidrológicos, com a

declividade do terreno determinando a velocidade do escoamento superficial e a altitude influenciando a temperatura, precipitação e evaporação. No caso da Alta bacia do Ribeirão Pirapitinga - ABHRP, há uma variação da elevação, que apresenta amplitude altimétrica de 168 m, sendo o ponto mais baixo (exutório) registrado com 782 m e o ponto mais elevado com 950 m, coincidindo com o topo do Morrinho de São João.

Já, a declividade controla a velocidade do escoamento e o tempo necessário para a água da chuva se concentrar nos leitos fluviais da rede de drenagem da bacia (VILLELA; MATTOS, 1975). Conforme foi observado na ABHRP, o relevo caracteriza-se, principalmente, por declividades que variam entre 3 a 20%. Portanto, segundo a Embrapa (1979), pode-se considerar o relevo da área como predominantemente suave ondulado a ondulado. Este é um fator que favorece a velocidade da água superficial em condições naturais e potencializa esse fator quando há impermeabilização dos solos e traçados urbanos sentido topo – fundo de vale.

b) Características areais, lineares e morfométricas da ABHRP

Os valores fisiográficos da bacia hidrográfica do ribeirão pirapitinga de Catalão-GO, são as observadas abaixo (Tabela 1):

Tabela 1: Parâmetros fisiográficos da bacia do ribeirão Pirapitinga.

Parâmetro	Valores (Km²)
Área	48,7716
Perímetro	56,88
Comprimento do eixo	13,8935
Comprimento do Canal Principal	14,65
Comprimento total	83,6237
Amplitude altimétrica	168
Números de canais de drenagem	272

Fonte: Autoria própria.

A área de drenagem de uma bacia hidrográfica, em uma projeção plana, representa a extensão do terreno incluída entre os divisores topográficos da bacia. Essa área é quantificada em quilômetros quadrados ou hectares e é essencial para o cálculo de outras características físicas da bacia. Além disso, a área de drenagem é fundamental para determinar a capacidade hídrica da bacia, sendo o elemento básico no cálculo do volume de água recebido pela bacia quando multiplicada pela quantidade de chuva precipitada (VILLELA, MATTOS, 1975; CHRISTOFOLETTI, 1980).

Por se tratar da Alta bacia do Ribeirão Pirapitinga, a área de 48 km² revela a superfície de contribuição, e um fato importante é que praticamente toda a área urbana de Catalão encontra-se nesse território. Portanto, considera-se tal fator preponderante para o alto volume de água que permanecerá na superfície e em escoamento, ou seja, o escoamento superficial será favorecido pela impermeabilização do solo. Os demais valores fisiográficos contribuirão para a geração dos parâmetros morfométricos (Tabela 2), dentre os quais, alguns serão descritos a seguir.

Tabela 2: Parâmetros da Bacia do Pirapitinga.

Parâmetro	Valores (Km ²)
Coeficiente de compacidade	2,2805
Fator de forma	0,2527
Índice de circularidade	0,1895
Razão de alongação	0,567
Densidade de Drenagem	1,7146
Razão de relevo	0,0121
Índice de rugosidade	0,2881
Densidade hidrográfica	5,577
Extensão média de escoamento	0,1458
Índice de sinuosidade	1,0544
Razão de textura	4,782

Fonte: Autoria própria.

De acordo com Vilella e Matos (1975), a forma da superfície de uma bacia hidrográfica é crucial devido ao conceito de tempo de concentração. Esse tempo representa a duração necessária para que toda a área da bacia contribua com a água na seção em análise, ou seja, é o período que a água leva para percorrer desde os limites da bacia até alcançar sua saída.

Portanto, sendo o coeficiente de compacidade (Kc) a proporção entre o perímetro da bacia e a circunferência de uma área equivalente à bacia, quanto mais alongada a bacia, maior será o valor de Kc, incidindo em um maior tempo de concentração (VILELLA; MATTOS, 1975). Do contrário, quanto mais próxima a área da bacia for de uma circunferência (valores de Kc próximos de 1), menor o tempo de concentração, o que eleva a predisposição às enchentes. Observa-se pelos valores do coeficiente de compacidade 2,2805 e razão de alongação 0,567, que a ABHRP, apresenta um formato mais alongado, não sendo geomorfologicamente propícia a enchentes.

O fator de forma (Kf) da ABHRP, que analisa a relação da bacia a uma forma retangular, evidenciou um baixo índice (0,2527), o que indica, segundo Vilella e Mattos (1975), uma bacia com fator de forma baixo, estando menos sujeita a enchentes, pois há menor possibilidade de chuva cobrindo toda sua extensão.

Já o índice de circularidade (I_c), conforme Machado e Torres (2012), indica que quanto mais próximo de 1,0 for o valor de I_c , mais circular será a forma da bacia, enquanto valores próximos de 0,0 indicam uma bacia estreita e alongada. Bacias mais circulares têm maior potencial para causar enchentes repentinas no rio principal durante chuvas intensas, devido à concentração simultânea do fluxo de água das vertentes e afluentes em um curto período de tempo. No caso da ABHRP, o I_c é baixo (0,1895), portanto associada a uma baixa suscetibilidade natural às enchentes.

Todavia, os noticiários e a literatura ilustram a crescente de casos de enchentes e inundações na área urbana de Catalão, que trazem consequências desastrosas. Uma vez que, geomorfologicamente, a área não é vulnerável, compreende-se que com as interferências antrópicas, a crescente demográfica sem planejamento urbano adequado, são fatores que acabam intensificando o fluxo de escoamento da bacia, sobrecarregando os canais e ilustrando os cenários descritos pela literatura e noticiários. Além disso, a canalização do trecho urbano do Ribeirão Pirapitinga modifica completamente a dinâmica natural do canal.

A densidade de drenagem, de acordo com Tucci (2004), é um indicador das características do relevo e da geologia de uma bacia, permitindo avaliar a eficiência na concentração do escoamento superficial no ponto de saída da bacia. Quanto maior a densidade de drenagem, maior a capacidade da bacia de drenar água rapidamente no ponto de saída, resultando em baixos deflúvios de estiagem. Nesse sentido, apoiado na classificação de Villela e Matos (1975), que consideram bacias com drenagem pobre, aquelas em que o índice de densidade de drenagem é $0,5 \text{ km/km}^2$, e bacias bem drenadas aquelas com $3,5 \text{ km/km}^2$ ou mais; a ABHRP enquadra-se como uma bacia de drenagem média, considerando o índice de $1,7146 \text{ km/km}^2$.

Para Machado e Torres (2012), densidades de drenagem mais elevadas indicam mais ramificações na drenagem natural, que tende a atenuar os hidrogramas de enchentes, já densidades de drenagem mais baixas, conduzem a um escoamento ao longo dos canais mais rápido, acelerando a concentração das águas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Catalão-GO é um município localizado no sudeste goiano, que apresenta relatos de enchentes nos últimos anos, características que induziram a necessidade de estudar e questionar os fatores que estão levando a estas problemáticas. Contudo, após a análise morfométrica, identificou-se pelos parâmetros da bacia, que a área não é propícia a inundações e enchentes, característica que ilustra que a decorrência dos fenômenos dos

últimos anos está atrelada teoricamente às interferências antrópicas sobre o relevo. Quando uma cidade cresce extremamente rápido, paralelamente começam a se ilustrar grandes problemáticas nas zonas urbanas, pois há uma modificação brusca sobre o relevo e ações que demoraram vários anos para acontecer acabam acontecendo mais rápido, pois o ciclo natural sofre interferência.

Portanto, observa-se que a vulnerabilidade a inundações no município de Catalão-GO, se faz presente, contudo, é uma característica provocada pelas condições de interferência no relevo, e no curso hídrico da cidade, que conta com diversos represamentos e canalizações, que teoricamente com chuvas mais intensas, podem ser sobrecarregadas e intensificar o fluxo de água sobre as regiões topograficamente mais baixas.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica urbana. Drenagem urbana. Hidrografia. Geomorfologia urbana.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

ALVES, V. A. R. **Relação cidade-curso de água: a canalização do ribeirão pirapitinga em Catalão (GO)**. 2020. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2020.

BORGES, U. C. S. **Alagamentos e inundações na bacia do ribeirão Pirapitinga em Catalão - GO**. 2020. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Programa de Pós- Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2020.

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

GUERRA, Antonio Teixeira. **Geomorfologia urbana**. Bertrand Brasil, 2011.

LIMA, E. M. **A expansão urbana nas cabeceiras do Ribeirão Pirapitinga e suas derivações urbano-ambientais na cidade de Catalão - GO**. 2019. 104 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós- Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2019.

MACHADO, P.J.O.; TORRES, F.T.P. (Org.) **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo; Cengage Learning, 2012. p. 38-77.

RIBEIRO, L. J. **Expansão urbana e derivações ambientais sobre o Ribeirão Pirapitinga em Catalão (GO)**. 2012. 202 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2012.

SANTOS, .F. R. T. C. **Programa de segurança de barragens nos reservatórios urbanos de Catalão (GO)**. 2018. 288 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2018.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J de O. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

VILELLA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Mcgraw Hill, 1975