



ESTUDO MORFOMÉTRICO DA CABECEIRA DE DRENAGEM DA NASCENTE DO RIO PIRAPÓ

Mariana da Silva Slaghenaufi⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Paulo Vitor Martos dos Santos⁽²⁾

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Andrea Sartori Jabur⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade estadual de Maringá (UEM), Mestre em Geografia Física pela UEM, Doutorado em Engenharia Florestal pela UFPR e pós-doutorado pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS.

Endereço⁽¹⁾: Rua Marcílio Dias, 635 – Jardim Paraíso - Apucarana – PR - CEP: 86812-460 - Brasil - Tel: (14) 99132-0009 - e-mail: marianaslaghenaufi@alunos.utfpr.edu.br

Endereço⁽²⁾: Rua Marcílio Dias, 635 – Jardim Paraíso - Apucarana – PR - CEP: 86812-460 - Brasil - Tel: (31) 225-9518 - e-mail: paulovitorsantos@alunos.utfpr.edu.br

Endereço⁽³⁾: Rua Marcílio Dias, 635 – Jardim Paraíso - Apucarana – PR - CEP: 86812-460 - Brasil - Tel: (31) 225-9518 - e-mail: jabur@utfpr.edu.br

RESUMO

A nascente do Rio Pirapó, enfrenta ameaças de degradação ambiental, devido ao crescimento urbano. Preservar este local não só mantém a qualidade da água, mas também sustenta atividades essenciais, uma vez que o rio Pirapó é manancial da cidade de Apucarana e Maringá, localizadas no Norte e Noroeste do estado do Paraná. Embora as construções ao redor do talvegue já tenham sido feitas e através do Plano Diretor vigente, não estejam irregulares, a nascente continua sem proteção devida, e sem a área de proteção ambiental. Além de sua relevância ecológica, as cabeceiras possuem profundo valor cultural como cenário de tradições e histórias locais na cidade. Portanto a adoção de medidas de conservação e manejo sustentável para proteger as nascentes e em especial, o Rio Pirapó, garantindo sua integridade e benefícios para as comunidades e o meio ambiente. No artigo em questão, serão abordadas características morfométricas importantes para o melhor conhecimento da nascente e para o diagnóstico preliminar, como ordem do rio, coeficiente de compacidade, fator de circularidade e de forma, densidade de drenagem, coeficiente de escoamento, sinuosidade e declividade do talvegue.

PALAVRAS-CHAVE: Cabeceira de drenagem, Nascente rio Pirapó, Morfometria.

INTRODUÇÃO

Define-se por bacia hidrográfica uma área de captação natural da água da precipitação que tende os escoamentos para um único ponto de saída, o exutório. A bacia hidrográfica é composta por um conjunto de superfícies, vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que concentram até resultar um leito único no exutório (SILVEIRA, 2001, COLLISCHONN; DORNELLES, 2015).

Enquanto a nascente define-se, através da Lei Federal 12.651/2012, como emergência natural da água submersível, com características de continuidade do fluxo de água. Nascentes naturais são aquelas onde a água exfiltra naturalmente, se contrapondo às nascentes antropogênicas (urbanas ou rurais) que surgem a partir de intervenções humanas diretas (FELIPPE, 2009 apud GOMES et al, 2021).

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um procedimento indispensável para conhecimento de sua dinâmica hidrológica, e auxiliando no gerenciamento do recurso hídricos. As informações quantitativas obtidas podem ser usadas para o planejamento do crescimento urbano, avaliando a vulnerabilidade de inundações, processos erosivos ou a velocidade do escoamento superficial (SALIS et al., 2015)

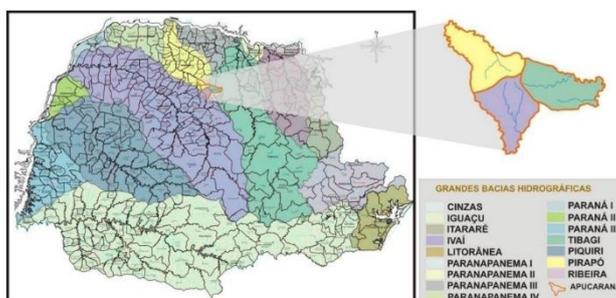
A cidade de Apucarana-PR é caracterizada por possuir nascentes, porém em sua maioria, foram tamponadas para o crescimento urbano. O objeto de estudo deste artigo, a nascente do rio Pirapó foi escolhida para melhor conhecimento sobre a área. A mesma se localiza na cidade de Apucarana, na região Norte do estado do Paraná,

onde se encontra totalmente urbanizada e canalizada, e apresenta conflitos de interesses no local, pois encontra-se em uma propriedade privada e não categorizada como área protegida pelo governo municipal atual. E a partir da determinação dos parâmetros da morfometria tais como ordem do rio, coeficiente de compactidade, fato de circularidade e de forma, densidade de drenagem, declividade e sinuosidade, obter maior entendimento da área em estudo.

METODOLOGIA

O município de Apucarana sofre influência de três grandes bacias hidrográficas paranaenses, a Bacia Hidrográfica do rio Pirapó, na parte noroeste, a Bacia Hidrográfica do rio Tibagi, localizado na parte leste e a Bacia Hidrográfica do rio Ivaí, na parte sul como pode ser observado na figura 1. Dentre elas, a Bacia do rio Pirapó é a de maior relevância por ser destinada ao abastecimento de municípios vizinhos, às atividades agropecuárias e turísticas da região. Entre as bacias, a do objeto de estudo deste artigo é a de maior relevância, já que abastece os municípios vizinhos.

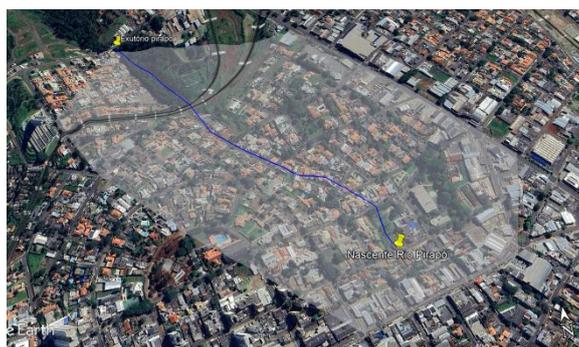
Figura 1- Apucarana e as três bacias hidrográficas que a influenciam.



Fonte: ECOTÉCNICA (2012), apud Prefeitura Municipal de Apucarana (2024)

Para delimitar a microbacia do rio Pirapó, foi utilizado software Google Earth Pro, considerando o exutório no afloramento do corpo hídrico, pois parte da nascente encontra-se canalizada para a construção do bairro. A figura abaixo (2) representa o a microbacia hidrográfica. Após a delimitação da bacia, delimitou-se também o talvegue e retirou-se suas medidas para o cálculo dos seguintes parâmetros morfométricos.

Figura 2 - bacia hidrográfica do Rio Pirapó



Fonte: adaptado Google Earth Pro, 2024

Para a determinação da ordem dos Cursos D'Água referente à nascente da cabeceira de drenagem do rio Pirapó utilizou-se o método de Strahler, onde se hierarquiza os canais formadores de uma bacia hidrográfica, quer sejam perenes, intermitentes ou efêmeros, em distintas ordens. Assim, são considerados de primeira ordem as correntes formadoras, ou seja, os pequenos canais que não tenham tributários. Quando dois canais de primeira ordem se unem é formado um segmento de segunda ordem. Logo, a junção de dois canais de segunda ordem dá lugar a formação de um canal de terceira ordem e, assim, sucessivamente: dois canais de ordem u dão lugar a um canal de ordem $u+1$ (SILVEIRA, 2001).



Para a determinação do coeficiente de compacidade, K_c , utilizou-se a relação entre o perímetro de uma bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia hidrográfica (CARVALHO *et al.*, 2006).

$$K_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Sendo:

K_c = coeficiente de compacidade; P = perímetro (m); A = área de drenagem (m^2).

Para a determinação do fator de circularidade, utilizou-se a relação existente entre a área da bacia e a área do círculo de mesmo perímetro (MILLER, 1953 apud CHRISTOFOLETTI, 1974)

$$IC = \frac{A}{AC}$$

Sendo:

A = área da bacia considerada; AC = área do círculo de perímetro igual ao da bacia considerada

1,00 a 0,75 = sujeita a enchentes

0,75 a 0,50 = tendência mediana

< 0,50 = não sujeita a enchentes

Para de determinação do fator de forma, relacionou-se a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia, podendo ser descrito pela seguinte equação (CARVALHO *et al.*, 2006)

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Sendo:

F = fator forma; A = área de drenagem e L = comprimento do eixo da bacia.

Classificação - Manejo de Bacias hidrográficas:

1 a 0,75 – Sujeita a enchentes; 0,75 < 0,5 – bacia não sujeita a grandes enchentes; <0,5 – Não Apresenta enchentes

Para a determinação da densidade de drenagem correlacionou-se o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica (CARVALHO *et al.*, 2006)

$$Dd = \frac{L_t}{A}$$

Sendo:

Dd = densidade dos rios; L_t = comprimento dos canais; A = área de drenagem.

Em Nunes *et al.* (2023) há uma indicação de que para bacias com drenagem pobre o valor de Dd fica em torno de 0,5 km/km² e, para bacias excepcionalmente bem drenadas, o valor pode chegar a 3,5 km/km² ou mais.

Para a determinação da declividade do talvegue, que é a inclinação do solo em relação a superfície do terreno onde o talvegue passa, segue-se a seguinte equação:

$$I = \frac{\text{cota de elevação maior} *}{\text{comprimento total} *} - \frac{\text{cota de elevação menor} *}{\text{comprimento total} *}$$

A metodologia utilizada foi através do cálculo do fator sinuosidade (Sin) que é um controlador da velocidade de escoamento superficial de uma bacia hidrográfica, sendo calculado da seguinte maneira (CHRISTOFOLETTI, 1980)

$$Sin = \frac{L_{cp}}{L_t}$$

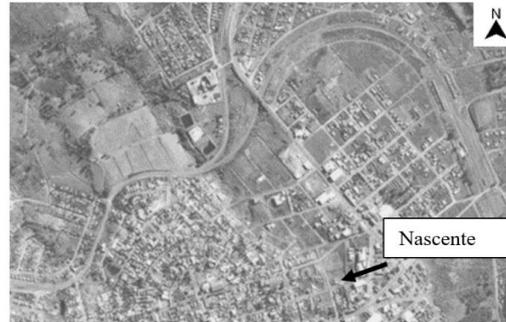
L_{cp} = comprimento do rio principal; L_t = comprimento do talvegue;

RESULTADOS OBTIDOS

A microbacia hidrográfica do rio Pirapó, além da extração de dados como área, perímetro, entre outros, foi analisado também o mapa de 1980, retirado do acervo de dados do IAT da cidade de Apucarana. Deste modo

pode-se delimitar corretamente o comprimento do talvegue, uma vez que este, encontra-se atualmente tamponado.

Figura 3 - imagem de satélite da área da bacia em 1980



Fonte: Acervo Do IAT, 2024.

O plano diretor da cidade de Apucarana-PR, toma como nascente do rio Pirapó, a linha do trem (coordenadas 23°32'38,95''S e 51°27'31,91''O), porém, a nascente utilizada como objeto de estudo se encontra em uma propriedade privada localizada no endereço Av. Dr. Munhoz da Costa 1891 (coordenadas 23°32'56,23'' S e 51°27'17,37''O) e apresenta determinada história cronológica e interesses políticos (figura 4). Porém, deve-se ter cuidado com a preservação da nascente, já que a mesma se torna meio de abastecimento para o município de Maringá e Apucarana.

Figura 4 - Imagem de drone da nascente do Rio Pirapó



Fonte: Autoria própria, 2024

O objetivo de estudo deste artigo se enquadra em três das classificações citadas: urbana, pontual e perene, além desta análise, também foram retirados os seguintes dados: a bacia hidrográfica estipulada a partir da nascente do rio Pirapó conta com uma área de 0,67 km², perímetro de 3,23 km, comprimento do Talvegue de 1,1 km, o coeficiente de compacidade é de 1,105, e o fator de forma de 0,4026, e o índice de circularidade igual a 0,81, porém por ser uma bacia visualmente de formato circular, foi adotado o coeficiente de compacidade, já que em uma bacia desta característica toda a água tende a alcançar a saída da bacia ao mesmo tempo, causando enchentes. Além dos dados de declividade que foram obtidos através da seguinte figura (5):

Figura 5- elevação do terreno do talvegue (Google Earth Pro)



Fonte: Autoria própria, 2024

Tabela 1: resumo de dados calculados

Aspectos físicos	Resultados
Área de drenagem	0,67 km ²
Perímetro	3,23 km
Comprimento do talvegue	1,1 km
Coef. de Compacidade	1,105 – Sujeita a enchentes
Fator de circularidade	0,81 – Sujeita a enchentes
Fator de forma	0,4026 – Não sujeita a enchentes
Densidade de drenagem	1,92km ⁻¹
Ordem dos rios	1
Sinuosidade (sin)	1 – Rio retilíneo
Declividade Do Talvegue	4,50%

Fonte: Autoria própria

Segundo os resultados obtidos, apresentados na tabela 1, a microbacia apresenta ordem 1 dos rios, pouco ramificada, com indicação de rio retilíneo, com declividade de 4,5 % (0,045 m/m). Pode-se afirmar que a bacia hidrográfica do Rio Pirapó está localizada em vale encaixado, tendo sistema de drenagem sem área de preservação e sem proteção do local. Logo, o processo de urbanização de uma bacia, na década de 80, com áreas de lotes não construídos e atualmente como uso de bairro residencial de alta densidade (como mostra a figura 6), contribuiu para o aumento de volume do escoamento superficial e redução da infiltração do solo.

Figura 6: Imagens obtidas por drone, para avaliação da ocupação na área de estudos (a) região com unidades unifamiliares, (b) local de preservação da mata ciliar, no exutório



Fonte: Autoria Própria

Por ser uma bacia visualmente de forma circular (resultados confirmados pelo índice de circularidade e de compacidade), ou seja, toda a água tende a alcançar a saída da bacia ao mesmo tempo, causando enchentes, o objeto de estudo deste artigo se enquadrou no padrão morfológico das bacias encontradas na região, já que se trata de uma região com sistema de cabeceira de drenagem, porém sem área de preservação e com vale encaixado. A nascente apresentava altas inundações no local, porém com a obra do sistema de drenagem pluvial urbana, realizada no ano de 2020, solucionou os problemas locais, porém o problema atual é o processo erosivo que ocorre no exutório da microbacia.

CONCLUSÕES

Conforme os resultados, a bacia é denominada como microbacia, já que se trata de uma bacia hidrográfica que trabalha apenas com a nascente do Rio Pirapó, circular, com tendência à enchentes, com boa declividade, de ordem 1, sendo classificada como pontual e perene. Porém, é uma nascente sem área de proteção, não se encontra cercada, e está em uma área particular que está a venda, e isto é possibilitado pelo município de revitalizar o local, já que a mesma não está cadastrada como nascente, podendo ser explorada como propriedade privada através do Plano Diretor da cidade.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) pela oportunidade de experiência extracurricular acadêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974
2. CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo / SP, Ed. Editora Edgard Blücher, 2ª. ed., 1980.
3. CARVALHO, Daniel Fonseca de *et al.* BACIA HIDROGRÁFICA. In: CARVALHO, Daniel Fonseca de; SILVA, Leonardo Duarte Batista da. **Hidrologia**. 2006. Cap. 3. p. 15-32. Acesso em 02 out. 2023
4. GOMES, C. S; FERREIRA, L. L. B; HENRIQUES, R. J.; BARROS, J. S.; CARVALHO, R. P. B.; MAGALHÃES Jr, A. P. **Nascentes Naturais em áreas Urbanas**. Geo UERJ, Rio de Janeiro, n. 39, e41059, 2021.
5. APUCARANA. PREFEITURA MUNICIPAL DE APUCARANA. **Plano Municipal de Saneamento Básico: caderno 1 - diagnóstico**. Caderno 1 - diagnóstico. Disponível em: http://www.apucarana.pr.gov.br/site/wp-content/uploads/2021/07/PMSB_Apucarana_DIAGNOSTICO-2017.pdf. Acesso em: 05 out. 2023.
6. NUNES, F. G.; RIBEIRO, N. C.; FIORI, A. P.. **PROPRIEDADES MORFOMÉTRICAS E ASPECTOS FÍSICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ATUBA: CURITIBA-PARANÁ**. Disponível em: http://paginapessoal.utfpr.edu.br/fandrade/teaching/files/artigo_rio_atuba. Acesso em 08 out. 2023.
7. SALIS, H. H.C; COSTA, A. M.; VIANA, J. H. M; SCHULER, A. E. **Caracterização Morfométrica da bacia hidrografica do córrego do Marinheiro, Sete Lagoas – MG**. Bol. geogr., Maringá, v. 37, n. 2, p. 186-201, 2019.