

## **Monitoramento da vazão do Ribeirão Morangueiro no Município de Maringá, PR**

Yuri Ogera Cazari (PIC/UEM), Paulo Fernando Soares (Co-orientador), Cláudia Telles Benatti (Orientadora). E-mail: ctbenatti@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Civil, Maringá, PR.

**Área e subárea do conhecimento: Engenharia Civil/Engenharia Hidráulica.**

**Palavras-chave:** Recursos hídricos; escoamento superficial; Hidrologia urbana.

### **RESUMO**

Este estudo teve como objetivo monitorar a vazão do Riacho Morangueiro, em Maringá-PR, entre dezembro/2023 e junho/2024, utilizando três métodos: vertedor retangular, flutuador e método acústico (*FlowTracker*), com medições mensais. Além disso, foi realizado o levantamento de dados do local de estudo e analisadas séries históricas de precipitação da bacia. Foram selecionados cinco pontos de monitoramento, dos quais apenas um apresentou características adequadas para o uso de dois métodos (flutuador e acústico). Para a análise dos dados coletados neste, utilizou-se o teste t-Student, sendo possível concluir que não há diferença significativa entre eles ao nível de 5%. As principais dificuldades encontradas em campo foram o fundo pedregoso do curso d'água e a presença de sedimentos, o que pode interferir na leitura do *FlowTracker*, além de limitações relacionadas às distâncias entre seções de medição e aos cuidados necessários na ponderação das leituras do método do flutuador. O estudo destacou a necessidade de continuar as medições para cobrir todo o ano hidrológico e ampliar a infraestrutura de monitoramento, a fim de melhorar a gestão da bacia hidrográfica.

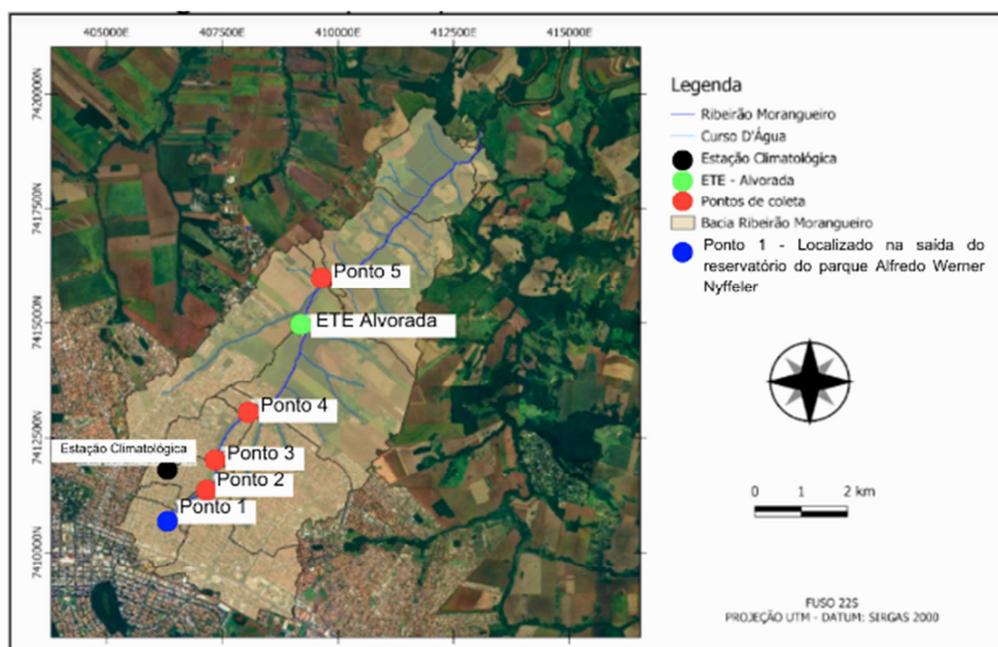
### **INTRODUÇÃO**

A expansão urbana desordenada e a impermeabilização do solo têm aumentado o escoamento superficial e a poluição dos corpos d'água, afetando negativamente os ciclos hidrológicos e contribuindo para as mudanças climáticas (SANTOS; RUFINO; BARROS FILHO, 2017). Esse cenário destaca a importância do monitoramento da vazão dos corpos hídricos urbanos para entender o comportamento das águas, prevenir enchentes e garantir uma gestão sustentável. Este estudo se concentra no monitoramento da vazão do Riacho Morangueiro em Maringá, usando medições

mensais para avaliar as variações durante períodos de chuva e estiagem para subsidiar a gestão dos recursos hídricos urbanos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As medições de vazão foram conduzidas mensalmente entre dezembro/2023 e junho/2024, em 05 pontos localizados ao longo do Ribeirão Morangueiro, no município de Maringá-PR (Figura 01). Os locais de coleta de dados foram escolhidos com base na facilidade de acesso e na geometria retilínea dos trechos.



**Figura 01** – Mapa dos pontos de monitoramento de vazão

Foram adotados três métodos distintos para a determinação de vazões: método do vertedor no ponto 01, método do flutuador nos pontos 02, 03, 04 e 05 e método acústico no ponto 04, por meio do *FlowTracker* fabricado pela SonTek /YSI.

Para a determinação da vazão pelo método do vertedor, foi empregado um vertedor retangular de parede delgada com duas contrações laterais. Utilizou-se para o cálculo da vazão a Fórmula de Francis (1868), conforme Eq. 1 (Porto, 2006), em que,  $Q$  é a vazão ( $m^3$ ),  $L$  é a largura do vertedor (m) e  $h$  é a carga sobre o vertedor (m).

$$Q = 1,838 * (L - 0,20 * h) * h^{3/2} \quad (1)$$

Para a determinação da vazão pelo método do flutuador, utilizou-se flutuadores de EPS (poliestireno expandido) conforme a metodologia proposta por Palhares et al. (2007). O método propõe alocar duas cordas com marcações a cada 0,50m perpendiculares às margens do rio e distanciadas por pelo menos 5 metros a fim de realizar a batimetria das seções e demarcar a distância percorrida pelos flutuadores. A vazão do trecho foi calculada pela Equação (2), em que, A é a área molhada, calculada como a média das seções transversais (m<sup>2</sup>), L é a distância percorrida pelo flutuador entre as seções de medição (m), t é o tempo do percurso e C é o coeficiente de correção, igual a 0,8 para rios com fundo pedregoso ou 0,9 para fundo barrento.

$$Q_{flut} = \frac{A \cdot L \cdot C}{t} \quad (2)$$

Para a determinação de vazão utilizando o método acústico, seguiu-se o procedimento descrito no manual do Usuário do ADV® de mão do *FlowTracker®* (SonTek /YSI). Para aferir a vazão, a seção transversal foi dividida em várias seções entre uma margem e outra e, em cada seção, foi medida a profundidade e velocidade em um ponto específico. Para tal, o equipamento foi posicionado perpendicularmente ao fluxo do canal e, para o posicionamento da haste, seguiu-se o método de 60% para lâminas d'água inferiores a 60 cm e o método 20%/80% para lâminas superiores a 60 cm. Para o cálculo da vazão foi utilizado o método da meia seção. Para a análise dos dados de vazões obtidos pelos dois métodos (flutuador e acústico) no ponto 4, utilizou-se o teste t-Student para amostras independentes, a uma significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das medições das vazões dos primeiros nove meses de pesquisa em campo estão apresentados na Tabela 01.

**Tabela 01** – Resultados dos monitoramentos de vazão

Vazão (m <sup>3</sup> /s)	dez/23	jan/24	fev/24	mar/24	abr/24	mai/24	jun/24
Método do Vertedor							
Ponto 01	0,013	0,013	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Método do Flutuador							
Ponto 02	0,083	0,078	0,071	0,077	0,180	0,050	0,061
Ponto 03	0,210	0,300	0,130	0,110	0,190	0,110	0,260
Ponto 04	0,220	0,170	0,310	0,192	0,190	0,130	0,220
Ponto 05	0,910	2,380	0,910	1,260	1,660	0,630	2,380

### Método Acústico

Ponto 04	0,210	0,100	0,197	0,193	0,220	0,155	0,170
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

O método do vertedor mostrou-se adequado para a medição da vazão na saída do reservatório, enquanto o método do flutuador demonstrou-se eficaz para a medição de vazão em corpos d'água com lâmina de água reduzida. Em relação aos valores de vazão obtidos no ponto 04, observou-se uma diferença relevante nos resultados ao longo do monitoramento. No entanto, a comparação entre as vazões médias obtidas para esse ponto, de acordo com o teste t-Student, indicou que não há diferença significativa entre elas ao nível de 5%. Essa variação observada pode ser atribuída a dificuldades encontradas em campo, relacionadas aos aspectos físicos da seção de estudo, como a presença de rochas no leito e presença de sedimentos. Segundo dados do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), os meses de maior pluviosidade na região estudada são de dezembro a fevereiro, com uma diminuição progressiva nos meses seguintes até atingir os menores índices pluviométricos entre junho e agosto. Para uma análise mais abrangente da vazão, recomenda-se continuar o monitoramento por pelo menos um ano hidrológico completo.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, o método do vertedor mostrou-se adequado para medir a vazão na saída do reservatório, enquanto o método do flutuador foi eficaz para corpos d'água com lâmina reduzida. Comparando os resultados obtidos pelo método do flutuador e acústico no ponto 4 utilizando o teste t-Student concluiu-se que não há diferença significativa entre eles ao nível de 5%. Recomenda-se continuar as coletas de dados para abranger um ciclo hidrológico completo e permitir uma comparação mais abrangente entre os métodos. Além disso, é crucial que os órgãos públicos invistam na instalação de mais estações climatológicas para o monitoramento contínuo de bacias hidrográficas, incluindo sensores específicos para avaliar a vazão.

## REFERÊNCIAS

PALHARES, J. C. P. et al. **Medição da vazão em rios pelo método do flutuador**. Concórdia, SC: EMBRAPA, 2007. (Comunicado técnico, 455). ISSN 0100-8862.

PORTO, R.M. **Hidráulica Básica**, São Carlos: EESC-USP, 2006.

33° Encontro Anual de Iniciação Científica  
13° Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



10 e 11 de Outubro de 2024

SANTOS, K. A.; RUFINO, I. A. A.; BARROS FILHO, M. N. M. Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande – PB. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 5, set./out. 2017. ISSN 1809-4457.

