

## APLICAÇÃO DO MÉTODO DAS VELOCIDADES INDEXADAS PARA ESTIMATIVA DE VAZÕES

LUCIANA SHIGIHARA LIMA<sup>1</sup>; GEORGE MARINO SOARES GONÇALVES<sup>2</sup>  
GUILHERME KRUGER BARTELS<sup>3</sup>; GILBERTO LOGUERCIO COLLARES<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – lushilima@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – george.marino.goncalves@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – guilhermehartels@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – gilbertocollares@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A vazão é um importante parâmetro hidráulico que auxilia na caracterização do escoamento. É definido como o volume que escoar sobre um determinado ponto por um determinado tempo, sendo geralmente expressa em metros cúbicos por segundo ( $m^3 s^{-1}$ ) ou litros por segundo ( $L s^{-1}$ ).

Existem diferentes metodologias para a estimativa da vazão, algumas exigem equipamentos sofisticados e caros, outros mais simples e baratos e variam conforme a capacidade de discretização do escoamento que caberá ao operador definir qual a metodologia mais adequada para cada situação (PRUSKI, 2006). Dentre os equipamentos de medição estão: os flutuadores, calhas e vertedores, molinetes hidrométricos, assim como também os medidores acústicos.

Os medidores acústicos vêm sendo utilizados recentemente na medição em cursos de água interiores, sendo inicialmente utilizados na Oceanografia, em que a estimativa da corrente é dificultada devido aos fluxos complexos e às grandes massas de água (SANTOS et al., 2001). Através da utilização de equipamentos com tecnologia acústica foi possível a medição da vazão em cursos de água que apresentam condições complexas, permitindo a observação mais discretizada do escoamento. Condições adversas como, por exemplo, remanso, fluxos bidirecionais e condições críticas de escoamento foram possíveis de serem estimadas através desta tecnologia.

A tecnologia acústica está baseada no fenômeno acústico conhecido como Efeito Doppler. Consiste em observar a variação da frequência das ondas propagadas pelo equipamento após o contato com partículas que estão em suspensão na água (considera-se que as partículas em suspensão que estão em movimento possuem a mesma velocidade do escoamento) e, ao considerar essa premissa é possível saber qual a velocidade da água do curso medido (GAMARO, 2012).

Como não é possível realizar medições a campo de maneira frequente e contínua, são estabelecidas algumas relações que, a partir de algumas medições realizadas numa mesma seção, se estabelece uma série de dados contínua, muito utilizada para o entendimento do comportamento do curso d'água a nível local e à escala de bacia hidrográfica, sendo imprescindível em muitos projetos de engenharia. A forma mais comum e amplamente utilizada é o método da Curva-Chave, em que consiste em criar uma relação entre a vazão e o nível da água na seção transversal no momento da medição. É bastante aplicada devido à facilidade e baixo custo de manutenção. As séries são geradas a partir de uma equação gerada a partir das medições e a leitura do nível (geralmente diária) realizada por um observador em réguas instaladas sobre a seção.

Entretanto, existem situações especiais em que o escoamento não apresenta condições para a aplicação desta metodologia, seja por condições próprias do escoamento, seja por fatores externos que afetam diretamente as condições do fluxo. Para isso, existem outras relações que podem ser feitas para tal estimativa, como, por exemplo, o método das seções compostas, apresentada por RANTZ (1982), em que se estabelecem duas seções consecutivas a uma distância específica e se observam as características do escoamento – como a variação do nível – esta metodologia só pode ser utilizada em escoamentos onde não há grande variação da declividade; e o método das Velocidades Indexadas, em que são realizadas outras relações que irão observar uma maior discretização do escoamento, aumentando o número de relações para a estimativa da vazão (LEVESQUE; OBERG, 2012).

O Método das Velocidades Indexadas parte da relação separada do nível e da velocidade. São geradas duas curvas: uma que irá relacionar o nível com a área da seção; e outra que irá relacionar a velocidade média do escoamento com a velocidade representativa, decomposta no eixo longitudinal da seção, conhecida como a velocidade indexada.

## 2. METODOLOGIA

O Método das Velocidades Indexadas considera, de maneira separada os componentes da vazão. A partir dos dados de área ( $A$ ) e velocidade média ( $V$ ), obtidos por cada um dos gráficos gerados, através da equação da continuidade, será estimada a vazão:  $Q = V \times A$ .

A primeira relação é feita a partir das medições de áreas realizadas na seção de estudo e o nível observado no mesmo momento da medição. A segunda relação é obtida a partir de dados de velocidades médias e suas respectivas velocidades predominantes no eixo longitudinal da seção (velocidade indexada).

Estas informações são obtidas e são geradas duas equações lineares que irão representar a relação entre a área e o nível e a relação entre a velocidade média e a velocidade indexada.

A estimativa das áreas pode ser realizada por levantamento da seção com o uso de ecobatímetros e equipamentos topográficos, como também o estabelecimento de uma geometria padrão da seção, caso seja uma seção construída.

A estimativa de velocidades deve ser feita com a utilização de equipamentos que descrevam a velocidade ao longo do tempo, como os equipamentos acústicos estáticos (que ficam fixos sob a margem da seção) como também correntômetros (muito empregados em estudos oceanográficos). Para aplicar a metodologia, além dos equipamentos fixos, é necessária a medição discretizada da seção em momentos específicos, que busquem relacionar a velocidade que o medidor fixo realiza com a velocidade média de toda a seção, realizada a partir das campanhas de medição com os equipamentos móveis (como molinetes e medidores acústicos).

Este método foi aplicado sobre o Canal São Gonçalo, que liga a Laguna dos Patos com a Lagoa Mirim, situado ao sul do Rio Grande do Sul. Devido a condições ambientais como o vento e a chuva sobre a bacia hidrográfica, o canal apresenta diferentes comportamentos no seu fluxo. Neste caso, uma simples relação entre o nível e a vazão não expressa as condições de fluxo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas 19 campanhas de medição de vazão sobre a seção transversal (situada às margens do campus Anglo da Universidade Federal de Pelotas) desde novembro de 2015 a junho de 2016. Em novembro de 2015 foi instalado um equipamento acústico estático, que vêm realizando medidas constantes de nível, velocidade ao longo do eixo transversal e longitudinal da seção e temperatura da água.

Com base nas medições e dados obtidos foi possível a elaboração de duas curvas (Área x Nível e Velocidade Média x Velocidade Indexada) que possibilitou a estimativa da vazão para o Canal.

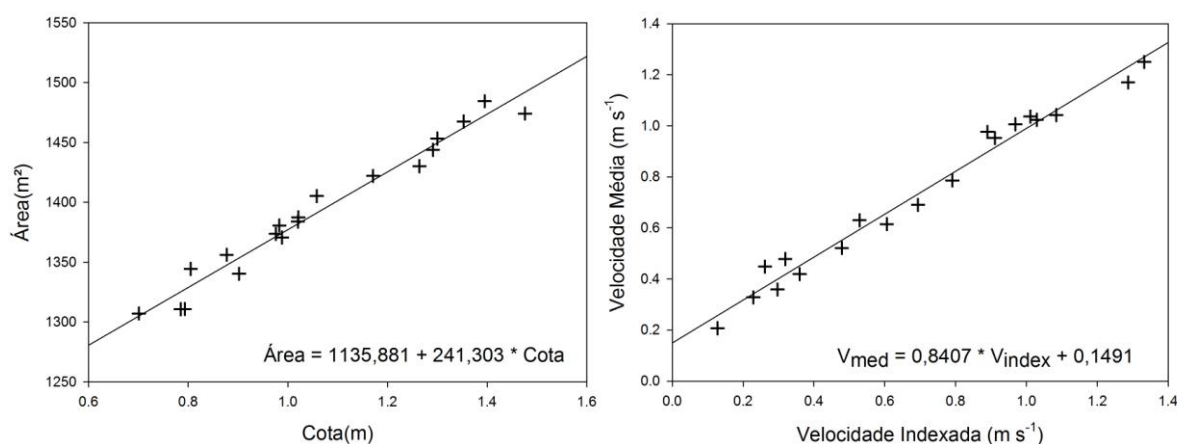


Figura 1: Gráficos Área x Cota e Velocidade Média x Velocidade Indexada.

A partir destas duas equações, a estimativa das vazões para períodos em que as vazões não são medidas, será possível. Assim, permite-se a geração de séries hidrológicas de vazão para a seção observada.

### 4. CONCLUSÕES

Com a aplicação do Método das Velocidades Indexadas, é possível a melhor representatividade dos cursos de água complexos, em que uma simples relação de nível e vazão não é suficiente. Com base nisso, é possível gerar séries hidrológicas consistentes, importantes na compreensão do comportamento do ambiente hídrico. O método é adequado em situações onde o fluxo apresenta-se de maneira bidirecional, verificado nesse trabalho ou em locais que há influências de marés ou remanso.

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; KOETZ, M. **Estudo da vazão em cursos d'água**. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa. 2006. 151 p.

SANTOS, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. **Hidrometria aplicada**, Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, LACTEC, 2001.

GAMARO, P.E.M. **Medidores Acústico Doppler de Vazão**. Assessoria de comunicação social, Itaipu Binacional, 2012. 164p.

LEVESQUE, V.A., e OBERG, K.A., Computing discharge using the index velocity method: **U.S. Geological Survey Techniques and Methods 3–A23**, 2012. 148 p.

RANTZ, S. E. Measurement and Computation of Streamflow: Volume 1, Measurement of Stage and Discharge. **U.S. Geological Survey Water Supply Paper – n. 2175**, 283p, 1982.