

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE VAZÃO: MOLINETES HIDROMÉTICOS E MEDIDORES ACÚSTICOS (ADV)

FERNANDO NOGUEIRA AGUAS¹; PAULA JOSYANE DOS SANTOS FRANCISCO²; LUCIANA SHIGIHARA LIMA² GUILHERME KRUGER BARTELS³; REGINALDO GALSKI BONCZYNSKI⁴; GILBERTO LOGUERCIO COLLARES⁵

¹Engenharia Hídrica, CDTec, UFPel, Bolsista FAPERGS – fernandoaguas93@gmail.com

²Engenharia Hídrica, CDTec, UFPel – paula.josyane@uol.com.br; lushilima@gmail.com

³Eng^o Agrônomo, Mestrando em Recursos Hídricos, CDTec, UFPel - guilhermebartels@gmail.com.

⁴Técnico em Hidrologia, Engenharia Hídrica, CDTec, UFPel – rbonczynski@gmail.com.

⁵Professor, Doutor, Engenharia Hídrica, CDTec, UFPel, Pelotas – collares@ufpel.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores disponibilidades hídricas do planeta e, por este motivo, a dependência do conhecimento dos recursos hídricos, tanto em quantidade como em qualidade, está cada vez mais em evidência. A medição da vazão dos rios é um parâmetro de extrema importância para esse conhecimento, (GAMMARO, 2012).

Para o gerenciamento efetivo dos recursos naturais de uma bacia, em especial a água, é fundamental o conhecimento das vazões do rio principal e seus afluentes. Para isto existem diversas metodologias, cada uma com suas vantagens e desvantagens, cabendo ao gestor técnico a sensibilidade de escolher o melhor método de acordo com suas necessidades e limitações.

O trabalho em questão terá como objetivo comparar as velocidades medidas através de dois métodos bastante difundidos, que são o método convencional, utilizando molinetes hidrométricos, que é equipado com um conta giros, para determinar a velocidade local e com essa informação, estimar a vazão em uma seção, e o uso de ADV (*Acoustic Doppler Velocimeter*), equipamento fundamentado no efeito doppler para medições de velocidades de fluxo, que consiste na emissão de ondas sonoras.

2. METODOLOGIA

O local de estudo, escolhido para as medições e comparações entre os dois métodos, foi o Arroio do Ouro, principal curso d'água da bacia hidrográfica de mesmo nome (Figura 1). Localizada entre os municípios de Pelotas e Morro Redondo, apresentando uma área total de 17,17 km² no qual se encontram pequenas propriedades rurais baseadas na agricultura familiar, cultivando principalmente pêssego, milho, fumo, pecuária leiteira e avicultura. A bacia hidrográfica do Arroio do Ouro apresenta também uma expressiva área de mata nativa.

O local utilizado como seção de controle está a aproximadamente 10,0 metros a jusante de uma ponte, na estrada que faz a ligação entre a BR 392 e o município de Morro Redondo (coordenadas UTM: 6505985.44514; 351657.8698). Nessa seção foi instalado um conjunto de réguas linimétricas onde é medida a cota do arroio, sendo possível verificar as variações temporais de nível.

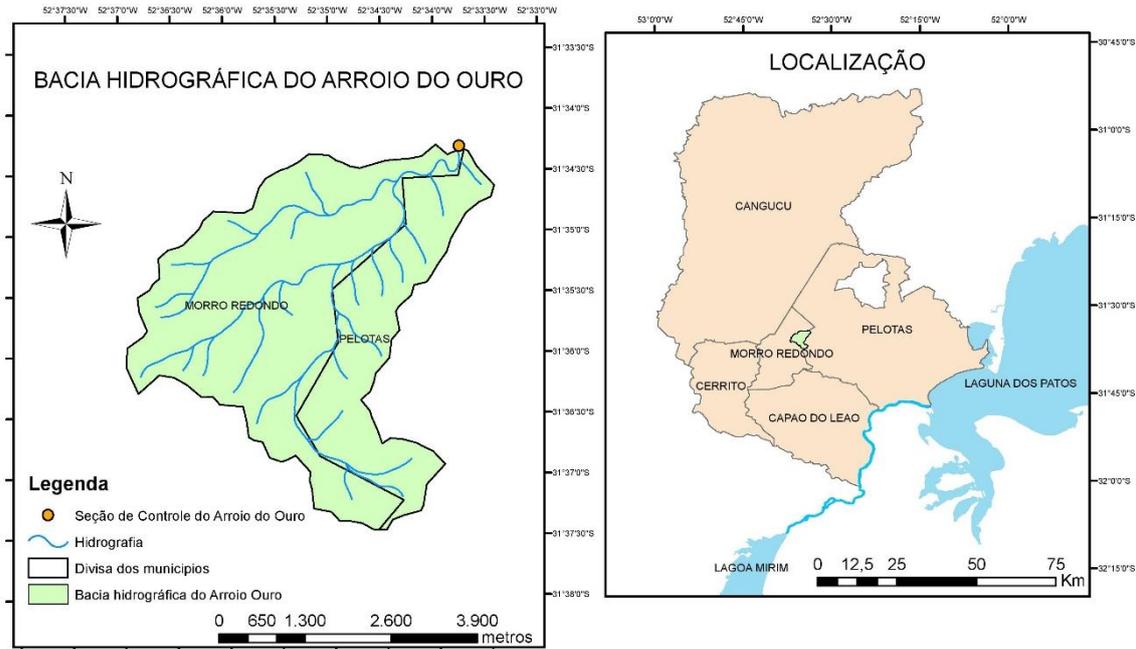


Figura 1. Localização da bacia Hidrográfica do Arroio do Ouro com a respectiva seção de controle e sua hidrografia.

O primeiro método testado foi a partir da medição convencional, onde a velocidade foi medida com o auxílio do molinete hidrométrico, marca OTT, hélices 256576 e 241893, e o número de rotações obtidos em cada medição é convertido em velocidade [m/s], através de equacionamento fornecido pelo fabricante. Para a obtenção da área da seção, inicialmente foi medido a largura do arroio e divisão desta em semi-distâncias de 0,5 metros ou 1 metro de largura, denominadas de verticais, nas quais foram medidas velocidades em diferentes profundidades, baseando-se no método detalhado (DNAEE, 1977 apud SANTOS et al., 2001).

Os dados medidos foram plotados no programa Hidromolinetes (citar autor), sendo possível a obtenção das áreas e respectivas vazões (Tabela 1), considerando o método da seção média empregando a largura, a média das profundidades e a média das velocidades para calcular as vazões parciais para cada área correspondente a cada vertical (SANTOS, 2001).

O segundo método utilizado consiste no uso do equipamento denominado ADV, que a partir da emissão ondas acústicas num dado local, a medida do retorno dessa onda até o aparelho (*efeito doppler*), é possível estimar as velocidades locais instantaneamente. O equipamento também executa o cálculo automático das vazões utilizando métodos analíticos internacionais, incluindo a norma ISSO e USGS (WANG et al., 2000). O equipamento usado na medição é da marca SONTEK, denominado comercialmente de *FlowTracker*. Esse método tem bases de uso semelhante ao do molinete, em que a medição é feita a vau, ou seja, o operador acompanha o equipamento no rio, fazendo medições pontuais de velocidade de fluxo, porém, enquanto o método do molinete necessita um pós processamento para o cálculo da vazão, o ADV calcula automaticamente esse valor. Outra vantagem observada ao utilizar o ADV, está na possibilidade de inferir sobre o ângulo dos sensores em relação as linhas de fluxo e, dessa maneira, permitindo que o operador ajuste o ângulo de forma que consiga coletar dados mais representativos. O ADV também possui sensores que captam os fluxos em diferentes direções, minimizando os efeitos de fluxos adjacentes ao fluxo principal. A desvantagem em relação aos molinetes está no preço, que por ser um equipamento mais sofisticado, apresenta custos maiores que o molinete

hidrométrico convencional e, além disso não pode ser empregado através de guincho hidrométricos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos relatórios gerados pelo método que emprega o ADV, quanto pelo software HidroMolinetes, foram obtidas as velocidades em cada vertical e as vazões médias correspondentes estimando a vazão total da seção controle. Vale ressaltar, que todas as medições foram feitas utilizando as recomendações presentes no manual de ambos os equipamentos. O número de verticais e as distâncias entre elas também foram constantes nas medições comparativas. Tais distâncias foram obtidas com o auxílio de fita métrica. Para melhor discretização das vazões, elas foram organizadas em uma tabela (Tabela 1) contendo as datas em que foram realizadas, e as correspondentes cotas do arroio no instante que começou as medições, caso estas tenham sido feitas em uma mesma data. Para comparação dos resultados entre o ADV e o molinete hidrométrico foi utilizado o método da seção média.

Tabela 1. Comparativo entre as vazões medidas com molinete e ADV, utilizando a diferença percentual.

Data	Cota (cm)	Vazão Média- Molinete (m ³ /s)	Vazão Média- ADV (m ³ /s)	Diferença percentual (%)
07/07/2014	50	0,660	0,690	4,35
21/07/2014	43	0,455	0,432	5,32
25/06/2014	47	0,609	0,537	13,41
09/07/2014	45	0,518	0,489	5,93
09/07/2014	45	0,522	0,483	8,07
25/07/2014	56	1,036	1,094	5,30

Os dados de velocidade por vertical, foram ordenados em duas colunas de acordo com o equipamento usado, e posteriormente, foi plotado um gráfico (Figura 2) que relaciona as velocidades medidas com obtidas com o ADV e as medidas com o molinete, no mesmo dia e na mesma vertical.

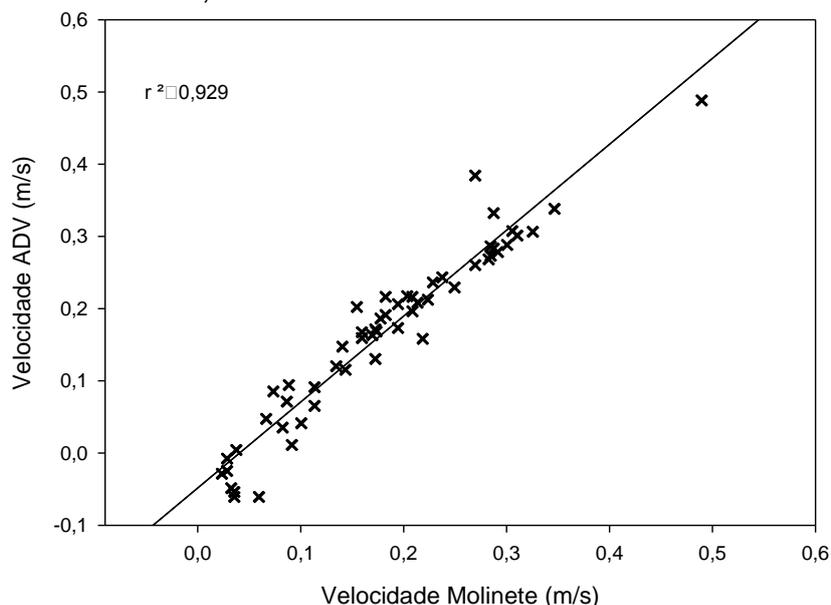


Figura 2. Comparativo entre os valores da velocidade medidos pelo molinete (eixo das abscissas) e pelo ADV (eixo das ordenadas), com o respectivo coeficiente de correlação.

4. CONCLUSÕES

Quando comparamos as diferenças entre as vazões, observamos uma diferença significativa entre os métodos, que varia de 4,5% a até 13%, nas cinco medições feitas. Nas relações entre as velocidades, podemos observar um grau de linearidade relativamente bom (0,929), que mostra que não há diferenças expressivas entre os dois métodos.

As diferenças observadas podem estar associadas, além das questões inerentes aos equipamentos, suas diferenças estruturais, também influenciadas pela operação, principalmente na medição da profundidade, já que esta foi realizada a vau e por possíveis mudança no fluxo do rio nos intervalo entre medições. Os valores negativos medidos pelo ADV são relativos ao refluxo que ocorreu em algumas verticais, e que contribuiu para reduzir a eficiência da linearidade. Vale ressaltar, que para haver uma maior representatividade da relação entre os dois métodos, é necessário obtenção de maior número de de medições.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, A.J.; HIDROMOLINETES Versão 1.5. 2005

GAMMARO, P.E. **Medidores Acústicos Doppler de Vazão**. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2012.

SANTOS, I... [et al.]. **Hidrometria Aplicada**. Curitiba: LACTEC - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. 1v.

Wang, Y.; GAO, S.; LI, K. A Preliminary Study on Suspendend Sediment Concentration Measurements using an ADCP mountedon a moving Vessel. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**. Qingdao, Vol.18, n.2, P.183-189, 2000.