

ELABORAÇÃO DE UMA CURVA-CHAVE PARA BAIXAS VAZÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DO OURO PELOTAS/RS

**FELÍCIO CASSALHO¹; FERNANDO NOGUEIRA AGUAS²; GUILHERME
 ALEXANDRE WECKER²; GUILHERME KRUGER BARTELS³; REGINALDO
 GALSKI BONCZYNSKI⁴; GILBERTO LOGUERCIO COLLARES⁵;**

¹Graduando em Engenharia Hídrica, CDTEC, UFPel, Bolsista PBIP. Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CDTEC), Universidade Federal de Pelotas. Campus Porto - Rua Gomes Carneiro, 1 - Centro - CEP 96010-610 Pelotas, RS - Brasil – felicioufpel@gmail.com ²Graduando em Engenharia Hídrica, CDTEC, UFPel – fernandoaguas93@gmail.com; gwecker@gmail.com ³Engº Agrônomo, Mestrando em Recursos Hídricos, CDTEC, UFPel guilhermehartels@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 Rio Grande do Sul se destaca no cenário nacional como um dos maiores estados em disponibilidade de recursos hídricos e o primeiro em demanda com irrigação, tendo como a bacia hidrográfica do Arroio Pelotas como uma das mais importantes do estado.

A sub-bacia hidrográfica do Arroio do Ouro, localizada na bacia hidrográfica do Arroio Pelotas, é de grande importância para sobrevivência de diversas famílias do meio rural, contribuindo para a geração de renda e fortalecimento da economia local.

Para tanto, torna-se evidente a necessidade de caracterizar as bacias hidrográficas para um melhor gerenciamento dos recursos hídricos e elaboração de projetos (MELCHIOR, 2006). Este trabalho tem como objetivo relacionar dados de vazão para a construção de uma curva chave representativa para cotas baixas, melhor caracterizando o comportamento deste arroio.

2. METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do Arroio do Ouro (Figura 1) localiza-se 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 espécies como pêssego, milho, fumo além de atividades de pecuária leiteira e avicultura. A bacia hidrográfica do Arroio do Ouro ainda apresenta uma expressiva área de mata nativa.

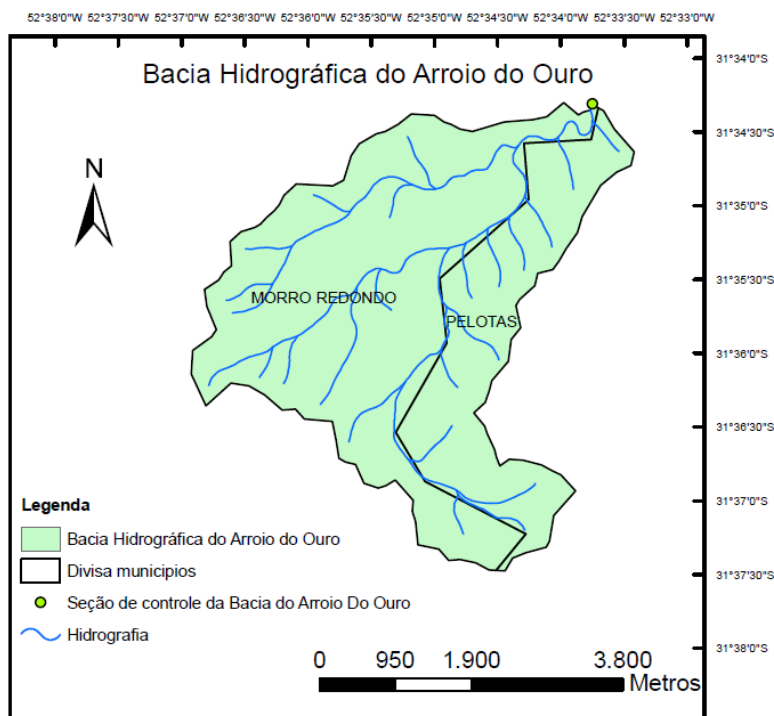


Figura 1. Localização da bacia Hidrográfica do Arroio do Ouro com a respectiva seção de controle e a hidrologia.

O local escolhido como seção de controle localiza-se a aproximadamente 10,0 metros à jusante de uma ponte na estrada que liga a BR 392 e o Município de Morro Redondo (coordenadas retangulares 6505985.44514 e 351657.8698). Na seção de controle foram instaladas réguas linimétricas que fornecem as cotas, sendo possível verificar as variações de nível do arroio.

Para a medição de vazão líquida foi utilizado o método convencional com molinete hidrométrico que consiste em medir tanto a velocidade quanto a área seção transversal do rio (SANTOS et al., 2001). A velocidade foi medida com o auxílio do molinete hidrométrico OTT, hélices 241893 e 256576, onde o número de rotações é convertido em velocidade [m/s], através de equações fornecidas pelo fabricante. Para a obtenção da área da seção, inicialmente foi medido a largura do arroio, seguido da divisão deste em verticais de 50 cm de largura nas quais foram medidas velocidades em diferentes profundidades, baseando-se no método detalhado (DNAEE, 1977 apud SANTOS et al., 2001).

Os dados coletados foram plotados no programa Hidromolinetes (BACK., 2005), sendo assim possível a obtenção das áreas e vazões (Tabela 1). Foram adotados duas estratégias para obtenção da vazão: aquele que emprega o “método da seção média” que considera a largura, a média das profundidades e a média das velocidades que permite calcular as vazões parciais para cada vertical e, o “método da meia seção”, que emprega o produto da velocidade média em cada vertical com a soma das semidistâncias às verticais adjacentes (SANTOS, 2001). Essas estratégias de medição e cálculos foram empregadas para desenvolver uma curva chave de acordo com a equação abaixo:

$$Q = k * (h - h_0)^n$$

Onde:

Q = vazão [m³/s].

h = nível na régua linimétrica com a vazão calculada [cm].

h₀ = nível na régua linimétrica com Q = 0, [cm].

k e n = são fatores de correção que visam minimizar possíveis erros.

Com o auxílio do programa Microsoft Excel e da ferramenta Solver foram realizadas as correções necessárias determinando os fatores de correção k , n e h_0 , posteriormente foi realizada a edição de gráficos que facilitaram a visualização dos dados obtidos. Para determinar a eficiência do ajuste da curva-chave foi utilizado o coeficiente de Nash–Sutcliffe (NASH & SUTCLIFFE, 1970), denominado simplesmente de NS, este coeficiente pode variar de $-\infty$ a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 melhor é o modelo para representar a massa de dados observados (BARTELS et al., 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se da ferramenta Solver do programa Microsoft Excel e dos pares de vazão x nível na régua linimétrica foi gerado a curva-chave (Figura 2) para a seção de monitoramento da Bacia Hidrográfica do Arroio do Ouro. Observa-se na Figura 2 que tanto para o método da seção média quanto para a meia seção o coeficiente de Nash-Sutcliffe apresentou um valor igual a 0,99. Este resultado indica que a equação ajustada representou de forma muito boa o comportamento entre os valores de cota x vazão.

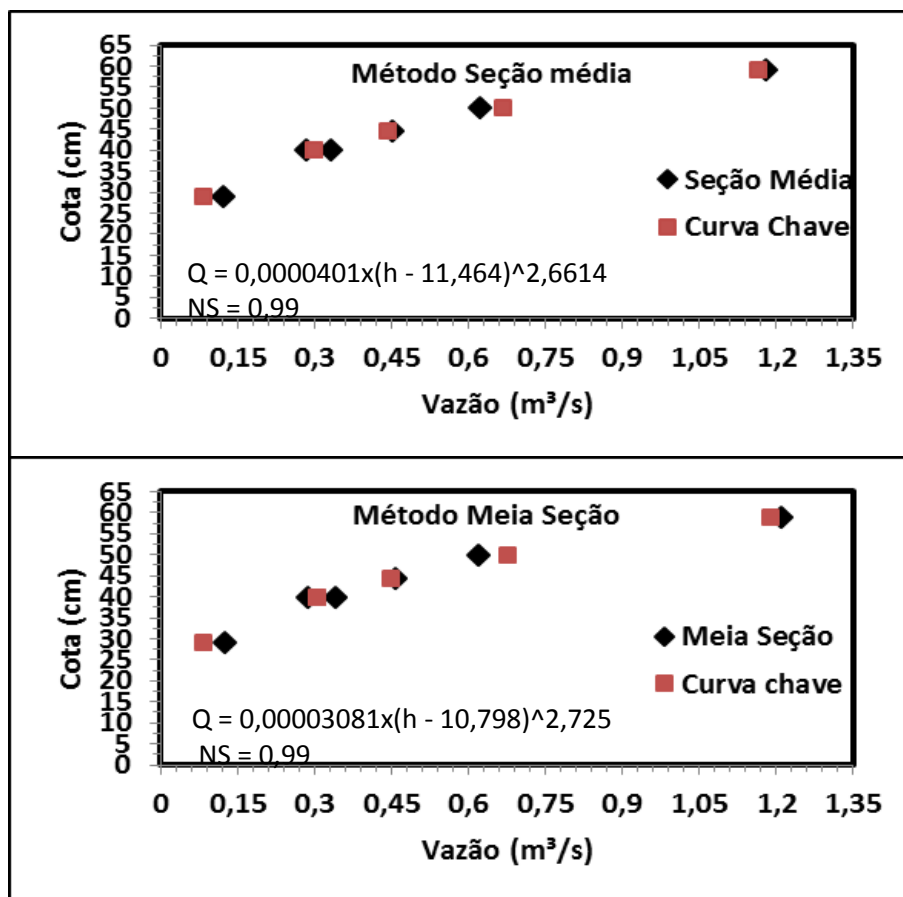


Figura 2. Representação dos valores de cota x vazão para o método da meia seção e da seção média, com as respectivas equações da curva-chave e o coeficiente NS.

Pode-se observar na Tabela 1 que tanto para o método da seção média como para o da meia seção os valores de vazão variaram pouco, o que pode ser explicado pela uniformidade do leito do rio na seção de medição. Quanto ao evento de maior vazão observa-se uma variação maior de um método para outro, que pode ser explicado pela variação do leito do arroio, pela ocorrência de maiores velocidades da água nas verticais.

Tabela 1. Variação da vazão calculada pelo método da seção média e meia seção e quando calculada a partir da equação da Curva - Chave (Figura 2).

Nível (cm)	Método da Seção Média		Método da Meia Seção	
	Vazão observada (m ³ /s)	Vazão curva-chave (m ³ /s)	Vazão observada (m ³ /s)	Vazão curva-chave (m ³ /s)
29	0,122	0,082	0,125	0,084
40	0,285	0,300	0,341	0,304
40	0,333	0,300	0,288	0,304
50	0,622	0,667	0,621	0,678
44,5	0,451	0,443	0,459	0,449
59	1,181	1,166	1,210	1,190

Quanto aos valores de vazão, calculados a partir da curva-chave de ambos os métodos, observa-se valores muito parecidos com os valores de vazão observados, cabe salientar que são necessários um maior número de campanhas de medições de vazão em diferentes cotas para que a curva-chave possa representar de maneira mais adequada e confiável as relações nível-vazão.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta-se como o primeiro estudo para o Arroio do Ouro, importante para o desenvolvimento de futuros estudos, os quais estão sendo realizados pelo Laboratório de Hidrometria e Hidrossedimentologia da Engenharia Hídrica e PPG Recursos Hídricos da UFPel.

Com as equações obtidas é possível, desde que observado a consistência e quantidade dos dados, inferir valores de vazão tendo como base baixas medidas de nível do rio a partir régua linimétrica. Desta forma, este trabalho é preliminar a uma série de estudos que estão sendo realizados na Bacia do Arroio do Ouro, em especial para descrever a hidrodinâmica do rio principal.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BARTELS, G.K.; BESKOW, S.; TAVARES, V.E.Q. ; AQUINO, L.S.; TIMM, L.C. Avaliação dos Dados de Vazão Gerados Pela Curva-Chave no Arroio Pelotas (Ponte Cordeiro de Farias). In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 19., Pelotas, 2010, **Anais...** Pelotas: Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, 2010. v.1.

MELCHIOR, C. **Comparativo de resultados de medição de vazão, pelos métodos: convencional e acústico**. 2006. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - União Dinâmica de Faculdades Cataratas.

NASH, J.E.; SUTCLIFFE, I.V. River Flow Forecasting Throigh Conceptual Models. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.10, n.3, p.282-290, 1970.

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.