

RELAÇÃO DA CURVA CHAVE E CURVA DE PERMANÊNCIA NA GEOMETRIA
HIDRÁULICA: ESTUDO DE CASO DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA DA BACIA
DO TABOÃO – RS.

**RELAÇÃO DA CURVA CHAVE E CURVA DE PERMANÊNCIA NA
GEOMETRIA HIDRÁULICA: ESTUDO DE CASO DA ESTAÇÃO
FLUVIOMÉTRICA DA BACIA DO TABOÃO – RS.**

Pereira, M.A.F.¹; Kobiyama, M.²; Castro, N.M.R.³;

¹IPH-UFRGS *Email:geocram@gmail.com*; ²IPH-UFRGS
Email:masato.kobiyama@ufrgs.br; ³IPH-UFRGS *Email:nilza@iph.ufrgs.br*;

RESUMO:

No presente estudo foi determinada a geometria hidráulica da seção na bacia do Taboão, região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados dados de vazão para determinar a curva chave da estação, a curva de permanência, e as variáveis largura, profundidade e velocidade, e seus expoentes b, f e m, referentes à geometria hidráulica da seção. Os resultados mostram que a variável profundidade tem maior sensibilidade sobre as oscilações de Q, seguido por velocidade e por último largura.

PALAVRAS CHAVES:

Geometria hidráulica; Curva de permanência; Curva chave

ABSTRACT:

The present study determined the at-a-station hydraulic geometry at a gauge station installed in the Taboão basin, northwestern Rio Grande do Sul State. Daily discharge data were utilized to analyze the rating curve, the flow duration curve, and the behavior of the exponents b, f and m, of the variables w (width), d (depth) and v (velocity), respectively. The results show that the variable d has a larger sensitivity to Q change, followed by v and finally w.

KEYWORDS:

Hydraulic geometry; Flow duration curve; Rating curve

INTRODUÇÃO:

Suguio & Bigarella (1990) abordam que as características fluviais são importantes não somente na gestão de recursos hídricos e bacias hidrográficas, mas também do ponto de vista científico, especialmente geomorfologia e hidrologia. O fluxo da água é o principal agente modificador de um canal e também sendo este canal integrante de uma rede de drenagem resultante das interações espaço-temporais dos processos geo-bio-

RELAÇÃO DA CURVA CHAVE E CURVA DE PERMANÊNCIA NA GEOMETRIA HIDRÁULICA: ESTUDO DE CASO DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA DA BACIA DO TABOÃO – RS.

hidrológicos e antropogênicos (KOBAYAMA et al., 1998). O conhecimento de parâmetros que indicam as características de um determinado canal, como a curva chave, curva de permanência e a geometria hidráulica é uma forma de se saber as consequências das inter-relações das condições hidroclimáticas atuantes de determinada região sobre o canal, e conseqüentemente sobre a rede de drenagem. Embora a geometria hidráulica, proposta Leopold & Maddock (1953), seja bem estudada em nível mundial, estudos sobre isso no Brasil são ainda poucos (GRISON & KOBAYAMA, 2011). Para prever as feições geomorfológicas existem diversas teorias que tentam explicar as relações de causa e efeito sobre determinada feição (TUCKER & HANCOCK, 2010). Com a revolução tecnológica e conseqüentemente a implantação de modelos numéricos o estudo da geomorfologia alcançou novos patamares, sendo possível prever os efeitos geomorfológicos resultantes em virtudes de diversas condições atuantes. Segundo os mesmos autores, hoje os modelos numéricos são uma técnica consolidada para previsão da evolução da paisagem. Para alcançar bons resultados nas respostas apresentadas pelos modelos, é necessário inserir bons dados hidrológicos e geomorfológicos de entrada. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi disponibilizar alguns dados hidrogeomorfológicos que possam ser utilizados como parâmetros de entradas em modelos computacionais. Para tais parâmetros, foi escolhido no presente trabalho a equação da curva chave, curva de permanência e a geometria hidráulica da bacia do rio Taboão - RS.

MATERIAL

E

MÉTODOS:

No presente estudo foram analisadas informações hidrométricas e morfológicas da estação fluviométrica, localizada na foz da bacia do Taboão, implantada e operada pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS (CASTRO et al., 2000). A série histórica dos dados diários de vazão entre 01/11/2001 e 22/05/2014 foi utilizada para análise. Também foi utilizada a informação obtida pelo levantamento anual do perfil transversal da seção de medição. A equação da curva chave foi estabelecida para a estação fluviométrica através da correlação entre as vazões medidas em campo e suas respectivas cotas no momento das medições, realizadas entre 2001 e 2014, contabilizando no total 124 medições. Para definir a curva de permanência, foram utilizados dados diários de vazão, os quais foram ordenados em forma decrescente. Assim, foi determinada sua frequência de excedência (F) com uma equação: $F = n/N$ onde n é a posição que o dado ocupa dentro da série histórica; e N é o tamanho da série histórica. Após a determinação da curva de permanência, estimou-se os valores de Q5, Q50 e Q95, os quais se referem a 5%, 50% e 95% de tempo que a respectiva vazão é igualada ou excedida. Uma vez obtidos os valores de Q5, Q50 e Q95, foram determinados os expoentes b, f e m para as diferentes Q da estação por meio de uso da teoria de geometria hidráulica (as equações podem ser vistas na Tabela 1).

RESULTADOS

E

DISCUSSÃO:

Com a série histórica da estação fluviométrica elaborou-se a curva de permanência da estação e sua respectiva equação da curva chave (Figura 1). Para representar os diferentes valores de Q da série, foram separadas as vazões entre sua faixa de abrangência, sendo $Q_5 = 13,42 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50} = 2,71 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_{95} = 0,85 \text{ m}^3/\text{s}$. Além disso, obtém-se a relação $h \text{ [m]} \times Q \text{ [m}^3/\text{s]}$ pela equação potencial $Q = 4,37 \cdot h^{1,7263}$, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,97. Quando se analisa o comportamento dos

RELAÇÃO DA CURVA CHAVE E CURVA DE PERMANÊNCIA NA GEOMETRIA HIDRÁULICA: ESTUDO DE CASO DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA DA BACIA DO TABOÃO – RS.

expoentes b , f e m , em relação à curva de permanência (Q_5 , Q_{50} e Q_{95}) das vazões medidas, observa-se que o expoente f apresentou maiores valores em relação aos outros dois expoentes (b e m), indicando que a variável d sofre maior influência das oscilações de Q , seguidos por v e por último w (Tabela 1). Além disso, os valores de R^2 se apresentaram altos para f e m , principalmente quando as vazões estão em Q_{50} e Q_{95} . Quando se analisa o R^2 para b encontram-se baixos valores, bem como baixos valores de seus expoentes. Isso permite dizer que a variável w é pouca significativa nas diferentes vazões ocorridas no canal. Com estas constatações, pode-se concluir que a variável que sofre maior alteração em virtude das oscilações de Q é d , isso pode ser explicado em virtude das condições hidrogeomorfológicas constituintes do canal. Conforme IBGE (1986) as rochas predominante na região são rochas basálticas, que são caracterizadas por sua dureza, formando canais encaixados e com margens bem definidas e estáveis. As rochas basálticas por sua vez formaram na região solos do tipo latossolos que se caracterizam por serem profundos, argilosos, e coesivos, facilitando, conseqüentemente o afundamento do canal. Analisando-se a Figura 1 juntamente com a Tabela 1 nota-se que, a partir da curva de permanência de um canal, juntamente com a equação da curva chave e os expoentes relativos à geometria hidráulica do canal pode-se prever o tipo de canal que ocorre neste cenário. Por exemplo, se em vazões altas o expoente b é pouco significativo e f significativo, isso demonstra que não ocorre o aumento considerável de w e sim o aumento de d , concluindo que o canal é encaixado. A análise de m demonstra que a significância do expoente está diretamente ligada à declividade do canal, pois canais declivosos apresentam maior velocidade; e também pela rugosidade do canal, pois a rugosidade é inversamente proporcional a velocidade do canal. Isso pode ser provado pela equação de Manning. No caso de canais sinuosos, há uma tendência de diminuir a velocidade, o contrário ocorre em canais retilíneos. Como pode ser visto o formato do canal influencia diretamente às condições hidráulicas do fluxo. Então, sabendo as feições de um canal que é produto das inter-relações endógenas e antrópicas, pode-se prever as condições futuras desse canal, estipulando condições de fluxo. Assim a equação da curva chave juntamente com a curva de permanência e os expoentes de geometria hidráulica do canal podem ser utilizados como parâmetros úteis na modelagem de evolução da paisagem, principalmente em relação à rede de drenagem. Assim sendo, este tipo de estudo pode contribuir ao avanço da hidrogeomorfologia que, segundo Goerl et al. (2012), a comunidade da geomorfologia no Brasil precisa ainda mais investigar.

RELAÇÃO DA CURVA CHAVE E CURVA DE PERMANÊNCIA NA GEOMETRIA HIDRÁULICA: ESTUDO DE CASO DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA DA BACIA DO TABOÃO – RS.

Figura 1 – Curva de permanência e curva chave na estação fluviométrica

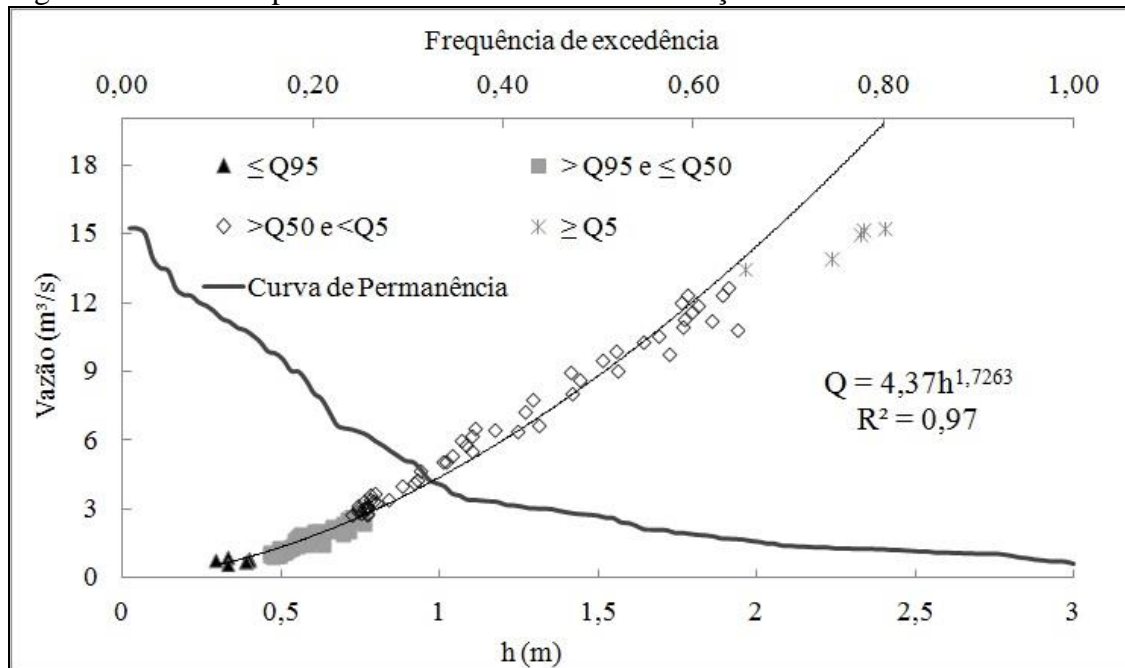


Tabela 1 – Valores dos expoentes b, f e m para estação fluviométrica T

Vazão	b	(R ²)	f	(R ²)	m	(R ²)
Q ₅	0,38	0,18	0,92	0,77	-0,30	0,27
Q ₅₀	0,04	0,17	0,6	0,97	0,35	0,93
Q ₉₅	0,03	0,28	0,55	0,97	0,31	0,79

Obs.: A teoria de geometria hidráulica é o conjunto de três equações: $w = a \cdot Q^b$, $d = c \cdot Q^f$, $v = k \cdot Q^m$ onde Q é a vazão líquida [m³/s]; w é a largura (largura da linha d'água no momento da medição de vazão) [m]; d é a profundidade média (profundidade em relação a cota de medição da vazão) [m]; v é a velocidade, determinada pela razão entre vazão e área molhada da seção [m/s]; a , c , e k , são coeficientes; e b , f , e m são expoentes.

CONSIDERAÇÕES

A construção das equações da curva chave e da curva de permanência da estação fluviométrica da bacia do Taboão foi efetuada para determinar os expoentes b, f e m das variáveis w, d e v e consequentemente disponibilizar variáveis que possam ser utilizadas como dados úteis para modelos hidrogeomorfológicos. Avaliando os respectivos expoentes nas diferentes vazões (Q5, Q50 e Q95) pode-se concluir que a variável d tem maior correlação com Q. Esta ocorrência pode ser em virtude da estação estar num trecho em que o canal é encaixado e com margens estáveis. Conclui-se também que em virtude da baixa declividade do canal v não apresenta significativos aumentos com as

FINAIS:

RELAÇÃO DA CURVA CHAVE E CURVA DE PERMANÊNCIA NA GEOMETRIA HIDRÁULICA: ESTUDO DE CASO DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA DA BACIA DO TABOÃO – RS.

oscilações de Q, principalmente em cotas altas. Em relação à w conclui-se que em vazões baixas (Q50 e Q95) o expoente b apresenta valores próximos a zero, evidenciando a estabilidade do canal (encaixado). Em vazões extremas (Q5) há um aumento no expoente b, isso se dá pelo aumento da largura, mostrando que o canal é em formato “V”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA:

- CASTRO, N.M.R.; CHEVALLIER, P.; GOLDENFUM, J.A. Projeto Potiribu-Atualização 1989-1998. Dados básicos de Fluviometria e Pluviometria. Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 35, p.1-61, 2000.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. Editora Edgard Blucher, São Paulo, 1981. 313p.
- GOERL, R. F.; KOBAYAMA, M.; SANTOS, I. Hidrogeomorfologia: Princípios, Conceitos, Processos e Aplicações. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.13, n.2, p.103-111, 2012.
- GRISON, F.; KOBAYAMA, M. Teoria e aplicação da geometria hidráulica: Revisão. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.12, n.2, p.25-38, 2011.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística); Levantamento de recursos naturais, 33. Folhas SH 22, Porto Alegre e parte das folhas: SH 21 Uruguaiana e SI 22 Lagoa Mirim. Projeto Radam Brasil, 792p, 1986.
- KOBAYAMA, M.; GENZ, F.; MENDIONDO, E.M. Geo-Bio-Hidrologia. In: I Fórum Geo-Bio-Hidrologia: estudo em vertentes e microbacias hidrográficas (1: 1998: Curitiba) Curitiba: FUPEF, Anais, p.1-25, 1998.
- LEOPOLD, L.B.; MADDOCK, T. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. United States Geological Survey, 56p. (Professional Paper, n.252), 1953.
- SUGUIO, K.; BIGARELLA, J.J. Ambientes fluviais. 2ª ed. Florianópolis: Ed. UFSC. 1990. 183p.
- TUCKER, G.E.; HANCOCK, G.R. State of Science: Modelling landscape evolution. Earth Surf. Process. Landforms, v.35, p.28–50, 2010.