

# DETERMINAÇÃO DOS ERROS ENVOLVIDOS NAS MEDIÇÕES DE VAZÃO PELO MÉTODO DO FLUTUADOR INTEGRADOR E DO VERTEDOR TRIANGULAR

FERNANDO MAURO<sup>1</sup>; LUIZ SERGIO VANZELA<sup>2</sup>; FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ<sup>3</sup>

Escrito para apresentação no  
XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
02 a 06 de Agosto de 2004 - São Pedro - SP

**RESUMO:** Fazendo tomadas de vazão em um pequeno corpos d'água, onde a vazão de permanência é da ordem de 100m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>, utilizando-se do método do flutuador integrador foram obtido valores que submetidos a uma estimativa de erros de 14,8%, firmada na precisão dos equipamentos utilizados, enquanto que utilizando do método do vertedor triangular de 90°, os erros embutidos na medição foram da ordem de 1,9%. Esta comparação permite restringir o método utilizado em função do objetivo da tomada de vazão.

**PALAVRAS-CHAVE:** vazão, flutuador, vertedor

## DETERMINATION OF THE INVOLVED MISTAKES IN THE MEASUREMENTS OF FLOW BY INTEGRATOR FLOATER METHOD AND OF WEIR V-NOTCH

**ABSTRACT:** Making flow collections in a small river, where the permanence flow is of the order of 100m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>, being used of the method of the float integrator they were obtained values that submitted the an estimate of mistakes of 14,8%, in the precision of the used equipments, while using of the method of the weir v-notch, the built-in mistakes in the measurement were of the order of 1,9%. This comparison allows to restrict the method used in function of the objective of the flow collections.

**KEYWORDS:** flow, floater, weir v-notch

**INTRODUÇÃO:** Como todas as atividades realizadas em uma bacia hidrográfica afetam de alguma forma as relações entre os demais recursos naturais e a água, o planejamento do uso desses recursos tem que considerar os fatores hidrológicos. Por exemplo, mudanças de uso do solo, que afetam a capacidade de infiltração, a condutividade hidráulica e a capacidade de retenção de água do solo, conseqüentemente, alteram o volume de água escoado (TUCCI et al, 1993). Fica claro, então, que avaliações contínuas das características hidrológicas de um manancial são primordiais para gerência de uma bacia hidrográfica. Em uma série de levantamentos de vazão do loteamento social Cinturão Verde, localizado no Município de Ilha Solteira – SP relatado por MAURO (2003), foram estudados a variabilidade, temporal e espacial da vazão em um córrego onde foram utilizados dois métodos de amostragem. Com isso o presente trabalho teve como objetivo determinar os erros envolvidos na determinação de vazões pelo método do flutuador e vertedor, e com isso definir restrições dos métodos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Este trabalho foi realizado em área hoje ocupada pelo projeto Cinturão Verde, um assentamento localizado ao redor da cidade de Ilha Solteira - SP. As coordenadas geográficas da bacia experimental são 20°24'04" de latitude sul e 51°20'55" de longitude oeste, com altitude média de 310 m, e precipitação média anual de 1.232 mm (Hernandez et al., 1995). As campanhas de medição de vazão por flutuador foram realizadas em dois locais diferentes: o primeiro está localizado a jusante de uma barragem, em uma manilha de 0,80 metros de diâmetro; o segundo está localizado e 300 metros a jusante do primeiro ponto, canalizado por manilha de 1,60 metros de diâmetro. As duas manilhas apresentam seções regulares representadas na FIGURA 1, onde a área da seção média é calculada a partir de cinco sub seções e cada uma em função da profundidade de água no ponto central da manilha. A velocidade da água foi medida com a relação do deslocamento de um

1- MSc EMGENHEIRO AGRIMENSOR, ALUNO, FEIS, UNESP, CAMPO GRANDE-MS, (67)9981-9846, fernandomaur@bol.com.br  
2- ENGENHEIRO AGRONOMO, MESTRANDO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO, ILHA SOLTEIRA, UNESP, ILHA SOLTEIRA-SP  
3- DOUTOR EM AGRONOMIA, PROFESSOR ASSISTENTE DOUTOR, FEIS, UNESP, ILHA SOLTEIRA-SP

flutuador em função do tempo cronometrado, obtendo-se a vazão pelo produto a área da seção (A) pela velocidade (V), de acordo com a EQUAÇÃO 1 (AZEVEDO NETO, 1973). A campanha de medição de vazão por vertedor triangular com ângulo de 90°, conforme descrito por VILLELA & MATOS, (1975), foram realizadas nos mesmos locais da campanha anterior (FIGURA 2). A vazão, neste método, é obtida pela altura do nível de água a montante do vertedor (h) conforme a EQUAÇÃO 2.

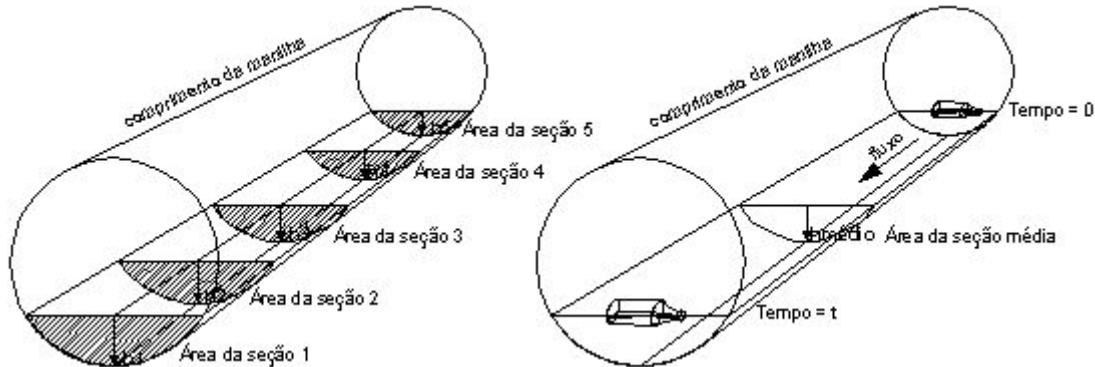


FIGURA 1 – Ilustração da manilha de medição de vazão pelo método do flutuador integrador

$$Q = A.V$$

EQUAÇÃO 1 – Equação da vazão utilizada no método do flutuador AZEVEDO NETO (1973)

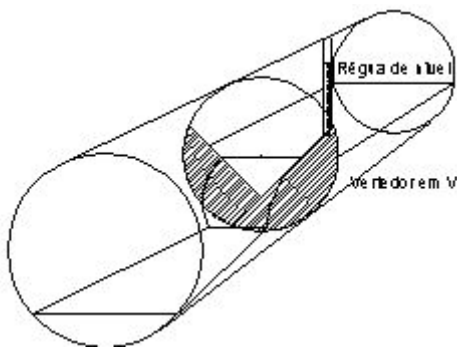


FIGURA 2 – Ilustração da manilha de medição de vazão pelo método do flutuador integrador

$$Q = 1,4 h^{5/2}$$

EQUAÇÃO 2 – Equação da vazão utilizada no método do flutuador VILLELA & MATOS, (1975)

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Segundo DOEBELIN (1975), o erro de instrumentação pode ser estimado através da combinação das componentes envolvidas na medição de vazão que, ilustradas na FIGURA 3, tem-se as equações apresentadas abaixo para o cálculo da variação de fluxo.

Experimentalmente para uma vazão típica de 100 m<sup>3</sup>/h a variação de 5 mm na leitura da altura de lâmina d'água e uma variação de 1 segundo para o tempo de percurso do flutuador resulta num erro de 14,8%, que é superior a variação estimada de vazão no intervalo do volume de controle, impossibilitando a utilização deste método para trabalho com balanço de massa. Já utilizando vertedores em "V", pode-se estimar um erro experimental em função de apenas uma variável, neste caso a altura (h) medida na régua. Com uma vazão típica de 100m<sup>3</sup>/h e um erro na leitura da altura laminar de 2mm, provoca-se um erro de 1,9%, permitindo medir as diferenças de vazão no trecho experimental.

Segundo FCTH (1990), a medição de vazão determinada por flutuador é considerado um método simples e rápido, porem não recomendado quando se exige uma razoável precisão. Já os vertedores

são equipamentos de simples construção, instalação e operação, oferecendo uma boa precisão. Porém para medições de vazão instantâneas, sem variabilidade espacial, para fins de relação com parâmetros qualitativos, o método de medição por flutuador é suficientemente satisfatório, pois não busca alta precisão. Quando o objetivo é o cálculo de balanços hídricos, se requer maior precisão. Como pode ser verificado através dos GRÁFICOS 1 e 2, que indicam as medições de vazão obtidas pelos dois métodos com as respectivas barras de erro, demonstra-se que, quando o objetivo é quantificar as diferenças entre as vazões de entrada e saída, deve-se optar por um método mais preciso.

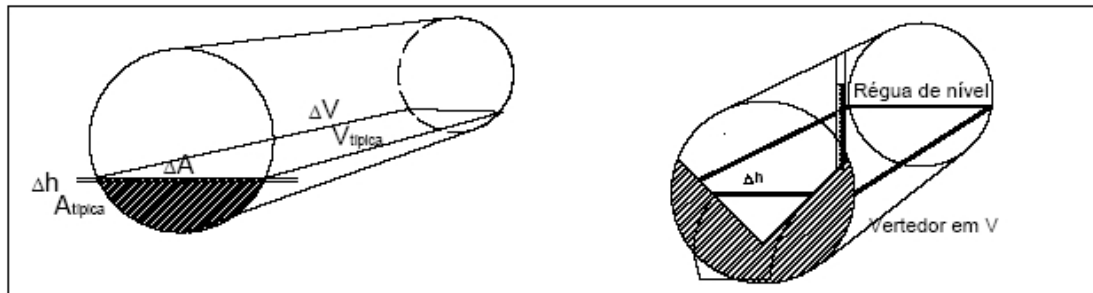
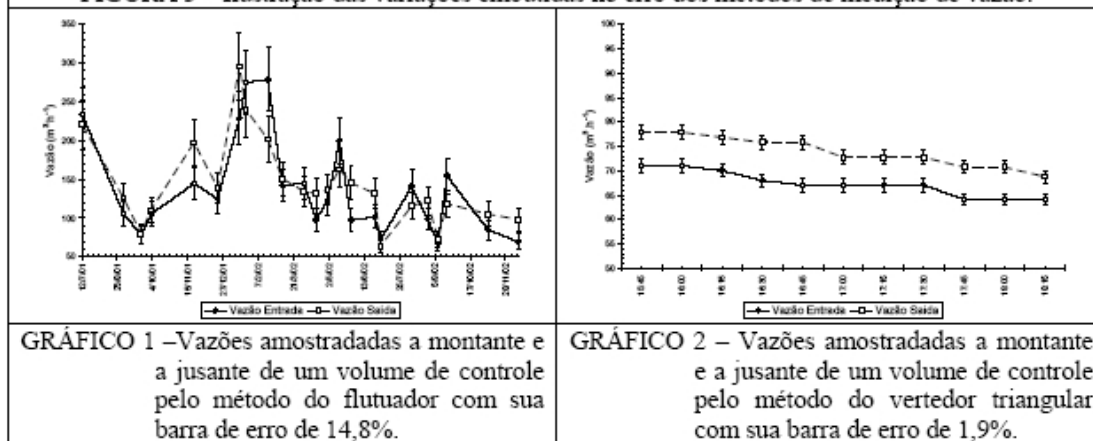


FIGURA 3 – Ilustração das variações embutidas no erro dos métodos de medição de vazão.



$$\Delta Q \approx \Delta A (\partial Q / \partial A) + \Delta V (\partial Q / \partial V)$$

**CONCLUSÕES:** De acordo com os resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que os erros envolvidos na medição de vazão pelo método do flutuador e vertedor foram respectivamente de 14,8% e 1,9%, demonstrando que é inviável a utilização do método do flutuador quando o objetivo é buscar precisão nas medidas.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

AZEVEDO NETO, J.M. Manual de hidráulica. 6.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 668p.  
 DOEBELIN, E. O. Measurement Systems, Application and Design. Tokyo, MacGraw-Hill Kogagusha Ltda, 1975.  
 FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA - FCTH. Medidores de Vazão Para Pequenos Cursos D'água. Rio de Janeiro: PRONI, 1990 88p  
 HERNANDEZ, F.B.T. et al. Balanço hídrico e clima para região de Ilha Solteira, Estado de São Paulo  
 CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXIV. Viçosa, RESUMO..., 1995 p.226.  
 TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS/ABRH/EDUSP, 1993. p. 944. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4).  
 MAURO, F. Vazão e Qualidade da Água em Manancial Degradado do Cinturão Verde de Ilha Solteira - SP. 2002 95 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP.  
 VILLELA, S. M.; MATTOS, M. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill, Berkeley, 45p. 1975.