

RELATÓRIO TÉCNICO

Cuiabá-MT, 26 de fevereiro de 2021.

Assunto: DETERMINAÇÃO VAZÃO PARA FINS DE PRODUÇÃO AQUÍCOLA.

Base Legal: Decreto n. 337, de 23 de dezembro de 2019.

1. ESTADO DA ARTE – Considerações do Meio Natural

Determinação da vazão em águas de superfície no perímetro do Campus São Vicente-IFMT. Este curso d'água inicia-se muito próximo ao divisor de água entre grandes bacias hidrográficas no Estado de Mato Grosso, Bacia Rio Cuiabá-MT/Prata e Bacia Rio Araguaia/Amazônica. A montante, a esquerda do reservatório de água o meio natural é íngreme, com cobertura natural arbórea arbustiva e visível floresta tropical e a montante, a direita, é coberto com pastagens do gênero *Brachiaria*, relevo ondulado com aclive superior a 20% com presença de terraços base estreita devidamente conservados. Estas duas coberturas naturais da bacia de contribuição impõe diferenças significativas no tempo de concentração nesta micro bacia. O solo se apresenta como profundo, bastante intemperizado, com visível presença de óxidos de ferro *hematita* esta, superior a *goetita*, boa permeabilidade e aparentemente ácidos.

A área localiza na BR 364 km 329 na zona rural denominada São Vicente da Serra, município de Campo Verde-MT. As medições da carga hidráulica no vertedouro sem contração de soleira espessa, foram efetuadas nas coordenadas S/15° 19' 41,65" e W/55° 25' 21,67" em DATUM SAD-69.

2. MÉTODO HIDROMÉTRICO - Análise dos Resultados

Utilizou-se vertedouro retangular sem contrações, com vertente livre (lâminas aeradas) e fez-se uso da fórmula de Francis (1905) esta, muito utilizada nos EUA e na Inglaterra. Considerou-se velocidade não desprezível. O coeficiente de descarga depende dentre outros do número de *Reynolds* (influência da viscosidade do fluido e do número de *Weber* (influência da tensão superficial, lâminas pequenas) e finalmente da relação H/p (carga hidráulica/altura vertedouro).

Ao considerarmos a velocidade de aproximação podemos estima-la com base na equação 01.

$$Q = \frac{2}{3} \times C_d \times L \times \sqrt{2 \times g \times h^{(3/2)} \times \left(1 + \frac{3}{2} \times \alpha \times \frac{V^2}{2 \times g \times h} \right)}$$

Equação 01

Já a velocidade média, pode ser estimada conforme com equação 02.

$$V = \frac{Q}{B \times (H + p)} \quad \text{Equação 02}$$

em que: Cd; refere-se ao coeficiente de descarga do vertedouro. L; refere-se a largura da soleira. g; refere-se a aceleração gravitacional. h; refere-se a altura da carga hidráulica no vertedouro. α ; refere-se a coeficiente de Coriolis e, V: refere-se a velocidade da veia líquida.

Com algumas simplificações a equação final de estimativa da vazão pode ser reescrita conforma equação 03, equação aplicável para vertedor retangular sem contrações considerando a correção de velocidade de aproximação.

$$Q = \frac{2}{3} \times C_d \times L \times \sqrt{2 \times g \times h^{(3/2)}} \times \left[1 + C_1 \times \left(\frac{H}{H + p} \right)^2 \right] \quad \text{Equação 03}$$

em que: C_1 ; refere-se ao coeficiente de descarga do vertedouro. L; refere-se a largura da soleira. g; refere-se a aceleração gravitacional. h; refere-se a altura da carga hidráulica no vertedouro. α ; refere-se a coeficiente de Coriolis e, V: refere-se a velocidade da veia líquida.

Nas medidas das grandezas envolvidas na estimativa vazão ocorrem erros que na sua maioria são sistemáticos e se totalizam num valor da vazão esperada e, pode apresentar um determinado afastamento da vazão verdadeira.

Resumidamente temos:

$$Q = K \times L \times H^{(3/2)}$$

$$\frac{dQ}{dH} = \frac{3}{2} \times K \times L \times H^{(1/2)}$$

$$\frac{dQ}{Q} = \frac{\frac{3}{2} \times K \times L \times H^{(1/2)} \times dH}{K \times L \times H^{(3/2)}}$$

$$\frac{dQ}{Q} = 1,5 \times \frac{dH}{H}$$

Considerando $\frac{dQ}{Q}$ igual ao erro relativo na medida da vazão e $\left(\frac{dH}{H} \right)$; como sendo o erro relativo na medida da carga hidráulica, podemos entender quer um erro de 1% na medida da carga causa um erro de 1,5% na medida da vazão. Nas condições de contorno da equação de Francis o valor esperado da vazão é de 0,545 L/s.

Observa-se que que as variações na leitura da carga hidráulica impõem uma adequação na estimativa por causa da espessura da soleira em relação a carga hidráulica e, a equação proposta por Bazin parece mais adequada, equação 03. Ao considerarmos o efeito da

parede espessa (e), impondo a condição de paralelismo das linhas de corrente na premissa de que $e > (H/2)$, a fórmula proposta por *Henri Basin* nos possibilita obter a grandeza esperada (vazão) mais próxima do valor verdadeiro. Então, tem-se:

$$Q = m' \times L \times \sqrt{2 \times g \times H^{(3/2)}} \quad \text{Equação 03}$$

em que: $m' = X \times m$ e $X = 0,70 + 0,185 \times \frac{H}{e}$. Sendo então: $m = \left(0,405 + \frac{0,003}{H}\right) \times \left[1 + 0,55 \times \left(\frac{H}{H+p}\right)^2\right]$.

Finalmente a vazão pode ser estimada conforme equação 04 com menor propagação de erros de estimativa.

$$Q = \left(0,405 + \frac{0,003}{H}\right) \times \left[1 + 0,55 \times \left(\frac{H}{H+p}\right)^2\right] \times \left(0,70 + 0,185 \times \frac{H}{e}\right) \times L \times \sqrt{2 \times g \times H^{(3/2)}} \quad \text{Equação 04}$$

A equação 04 nos fornece um valor médio de 1,58 L/s (5.688 L/h ou ainda 5,688 m³/h) para o referido curso d'água. Esta vazão corresponde a carga hidráulica predominante nas determinações junto a vertedouro (0,0055). Ao considerarmos uma renovação de 8% do volume de água em base diária, dotados para produção piscícola, esta vazão permite renovação de um volume da ordem 1.706,4 m³ nos tanques de criação.

3. CONCLUSÃO – Parecer

Os resultados obtidos com onze (11) repetições, estas, geraram a esperança matemática de H e, na equação proposta por *Bazin* permitiu assumir que a grandeza VAZÃO, obtida neste local no dia 22/02/2021 no período de 8:33 – 10:05h, sem considerar histórico de precipitação pluviométrica, **é da ordem de 5,688 m³/h**. Ante o exposto, é o que se tem a apresentar.



Osvaldo José de Oliveira
Engenheiro Agrônomo/CREA-MT/RN 120046246-7