II Congresso Internacional das **Ciências Agrárias** COINTER - PDVAgro 2017

FUNDAMENTOS DA ESTATICA E DA DINÂMICA DA ÁGUA EM SIMULAÇÕES DE UM APARATO HIDRÁULICO

Apresentação: Pôster

Larissa de Sá Gomes Leal¹; Ana Karlla Penna Rocha²; Andressa dos Santos Freire³; Joyce
Naiara da Silva⁴; Genival Barros Junior⁵

Introdução

Com o crescimento populacional e a má distribuição pluviométrica, principalmente nas regiões Semiáridas do Brasil, torna-se ainda mais importante a obtenção de conhecimento sobre as condições hídricas dos rios e reservatórios de água. A partir destas informações pode-se planejar com mais acuidade construções da engenharia hidráulica como é o caso dos canais, vertedores, bueiros, barragens e comportas. Por outro lado, para um funcionamento a contento destas estruturas se faz necessário aprofundar os estudos sobre a dinâmica da água, tanto em repouso no interior dos reservatórios, quanto na sua dinâmica ao ser liberada para distribuição (SILVINO et al, 2007).

Neste sentido, o simulador de jato livre é um equipamento de finalidade experimental que projeta o escoamento de um líquido através de um orifício ou bocal, no qual este jato é direcionado para locais onde o escoamento não será afetado pelas condições externas (STRÖHER et al, 2012). O simulador, entre outras funções, permite ao experimentador estimar vazões e velocidades do escoamento da água por meio de diversos métodos, além de propiciar a determinação do tempo de esvaziamento de um reservatório associando-se os resultados obtidos a levantamentos aplicáveis em condições de campo.

Dentro desse contexto o presente trabalho teve como objetivo determinar a velocidade

¹ Graduanda Engenharia agrônômica, UFRPE – UAST, larissaleal04@hotmail.com

² Graduanda Engenharia agrônômica, UFRPE – UAST, karllapenna@hotmail.com

³ Graduanda Engenharia agrônômica, UFRPE – UAST, andressa-freire@outlook.com

⁴ Graduanda Engenharia agrônômica, UFRPE – UAST, joicenaiaara@hotmail.com

⁵ Professor Dr. Associado I, UFRPE – UAST, barrosjunior@yahoo.com.br

da água a partir de diferentes cargas hidráulicas de um reservatório, utilizando para isto um simulador de jato livre que propicia ao usuário elementos para a aplicação dos mais variados modelos matemáticos disponíveis para estimativa de importantes parâmetros da estática e da dinâmica da água como é o caso da pressão exercida pelo corpo hídrico, a velocidade de seu escoamento e a vazão disponível para o uso nas mais diversas finalidades.

Fundamentação Teórica

O estudo dos fluidos em equilíbrio e a distribuição das pressões em um líquido que se encontra em repouso é comumente conhecido como “hidrostática”, enquanto que, por outro lado, aqueles estudos que versam sobre os fluidos que se apresentam em grandes variações físicas é denominado de “hidrodinâmica”. O estudo dessas duas áreas básicas é de grande importância no dimensionamento de estruturas hídricas como barragens, paredes de reservatórios, espessura de comportas, no caso da hidrostática, e no cálculo das velocidades de escoamento e das vazões na hidrodinâmica (AZEVEDO NETO et al, 1998; DAKER, 1987).

Os princípios, leis e modelos matemáticos existentes, desenvolvidos pelos físicos e matemáticos ao longo da história da humanidade, são imprescindíveis para a realização de tais estudos. Dentre estes princípios ganham destaque o da “conservação de massa” desenvolvido por Lavoisier (1760), que embasou o desenvolvimento e a aplicação da “Equação da Continuidade”, uma ferramenta amplamente utilizada na hidrodinâmica. Segundo Carvalho & Silva (2008), a “Equação da Continuidade” mostra que, no regime permanente, o volume de líquido que, na unidade de tempo, atravessa todas as seções da corrente é sempre o mesmo em casos onde a massa expressa diz respeito a fluidos incompressíveis (massa específica constante).

Neste aspecto ganha importância a “Hidrometria”, que é uma ciência aplicada voltada para a medição e análise das características da água, através de métodos, técnicas e instrumentação próprios da hidrologia e de fácil aplicação por pesquisadores e produtores rurais (PROSSIGA, 2003). Dentre os métodos aplicáveis destacam-se o “método direto” (que pode ser volumétrico e gravimétrico) utilizado para medições de pequenas vazões, além do uso de flutuadores, molinetes e equipamentos acústicos empregados na determinação da velocidade de escoamento da água. Cabe aqui ainda mencionar o uso dos vertedores para controle e quantificação das vazões médias liberadas em cursos de água corrente.

Metodologia

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Hidráulica da Universidade Federal Rural de Pernambuco em sua Unidade Acadêmica de Serra Talhada, no período de agosto a setembro de 2017.

Para a simulação das diversas condições de trabalho, a partir da variação de cargas hidráulicas e diferentes seções transversais para liberação do fluxo da água, foram utilizados três bocais de diâmetros diferentes (16, 12 e 6 mm), cujas áreas da seção transversal foram medidas com o auxílio de um paquímetro.

Mantendo-se as cargas hidráulicas constante com uso de uma motobomba que permaneceu ligada durante todo o tempo de duração do ensaio e com a abertura do registro de controle da vazão liberada pelos diferentes bocais, foram realizadas três baterias de leituras, sendo a primeira com a coluna de água estabilizada a 1,04 m de altura, medindo-se a distância de projeção do jato em parabólica, quando o mesmo tocou a plataforma à jusante do orifício, enquadrada numa régua graduada na horizontal do aparato hidráulico; este procedimento também se repetiu para colunas estabilizadas nas alturas de 0,64 e 0,24 metro de coluna de água.

A velocidade da projeção do jato, referente aos três bocais, foi determinada a partir da aplicação do modelo matemático $V = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h + H)}$, onde “g” é força de aceleração da gravidade; “h” a carga hidráulica estabilizada no reservatório de água e “H” a distância horizontal de descarga do jato ao tocar a plataforma horizontal a jusante do bocal (PORDEUS, s/d).

Também se utilizou a título de comparação das velocidades alcançadas pela água ao ser liberada nos bocais, o modelo estabelecido pelo matemático Daniel Bernoulli (1738), o qual está baseado no princípio de “conservação da energia” e que encontra-se a seguir.

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{(v^2)_1}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{(v^2)_2}{2g} + Z_2 + hf$$

onde, “p/γ” refere-se a pressão interna da água; “v²/2g” a carga de velocidade; “Z” a cota de posição em relação ao eixo de referência e “hf” a perda de carga pelo deslocamento da água no trecho.

Resultados e Discussão

Para o cálculo das cargas hidráulicas e da cota “Z” considerou-se sempre o nível de referência incidindo sobre o baricentro na seção transversal dos bocais utilizados. Na Tabela 1 apresenta-se os valores de “H” medidos para o escoamento em cada bocal, em função das

cargas hidráulicas (h) utilizadas. Percebe-se que a distância do jato foi menor à medida que o valor de “ h ” diminuiu e o diâmetro do bocal aumentou. Isso corrobora com os valores das velocidades obtidas e apresentadas na Tabela 2, que foram maiores quando se utilizou o bocal de 6 mm.

Tabela 1 – Valores de “ H ” em função do diâmetro do bocal e da carga avaliada

Bocais (mm)	Distância do jato em parabólica para as diferentes cargas (H) em “m”		
	$h=1,04\text{m}$	$h=0,64\text{m}$	$h=0,24\text{m}$
16	0,32	0,21	0,10
12	0,44	0,35	0,20
6	0,88	0,46	0,35

Figura 1 - Aparato hidráulico e demarcação dos parâmetros “ h ” e “ H ”

Tabela 2 – Velocidades obtidas em função do diâmetro do bocal e da carga hidráulica (h) avaliada

Bocais (mm)	$h=1,04\text{m}$	$h=0,64\text{m}$	$h=0,24\text{m}$
	Velocidades em função de “ h ” e “ H ” (m/s)		
16	5,1629	4,0816	2,5814
12	5,3852	4,4049	2,9366
6	6,1344	4,6432	3,4005

Considerando os princípios do modelo de Bernoulli e tomando como base que os pontos 1 (superfície livre da água) e 2 (saída do jato) estão ambos a nível da atmosfera, considerou-se as cargas de pressão nulas. Da mesma forma, como o nível da água permaneceu constante, considerou-se nula a velocidade no ponto 1. Dada a insignificância das perdas de carga entre os pontos estas foram desprezadas; mantendo-se a cota de referência sempre no ponto 2, a aplicação do modelo de Bernoulli resultou numa velocidade em V_2 de 4,51 m/s para a carga hidráulica de 1,04 metros, V_2 de 3,54 m/s para a carga hidráulica de 0,64m e $V_2 = 2,16$ m/s para a carga hidráulica de 0,24 m.

Por se tratar de escoamento em jato livre, com pressão uniforme e igual à atmosférica (e a jusante do plano de descarga do bocal), utilizando-se ainda três bocais de seções transversais diferentes, percebe-se que a velocidade sofre variações em função não só da carga, mas dos diâmetros das peças (PORDEUS, s/d). Logo, ao aplicar-se a equação de Bernoulli entre os pontos 1 e 2 constatou-se que a velocidade também aumenta de acordo com a distância de descarga do jato (H).

Conclusões

Os ensaios de simulação aqui apresentados apresentam uma boa performance técnica, inclusive entre os modelos que foram utilizados, o que propicia ao usuário elementos para estimar parâmetros da estática e da dinâmica da água a ser utilizada nas mais diversas finalidades.

Referências

AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M. F.; ARAUJO, R.; ITO, A. E. **Manual de Hidráulica**. 8ª ed. São Paulo: Blucher, 1998. 669 p.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Fundamentos de Hidráulica**. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA.pdf>. Acesso em 13 de out. 2017.

DAKER, A. **Hidráulica aplicada à agricultura**: a água na agricultura. 7ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1987. 316p. v.1.

PORDEUS, R. V. Dinâmica dos fluidos elementar equação de Bernoulli: jato livre. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/111/CAP.%20IV%20MEDI%C3%87%C3%83O%20DE%20VAZ%C3%83O.pdf>. Acesso em: 18 de jul. 2017.

PROSSIGA. Glossário de recursos minerais. Disponível em: http://www4.prossiga.br/recursosminerais/glossario/glossario_h.html. Acesso em: 12 de out. 2017.

SILVINO, A. N. O; SILVEIRA, A.; MUSIS, C. R.; WYREPKOWSKI, C. C.; CONCEIÇÃO, F. T. Determinação de vazões extremas para diversos períodos de retorno para o Rio Paraguai utilizando métodos estatísticos. **Geociências**, v. 26, n. 4, p. 369-378, 2007.

STRÖHER, G. L.; NICOLETI, J. F.; ANDRADE, C. R.; ZAPAROLI, E. L.; STRÖHER, G. R. Análise da abordagem Single Point rans para o escoamento do tipo jato livre axissimétrico e incompressível. **ENGEVISTA**, v. 14, n. 3, p. 331-344, 2012.