

Vinicius Galindo¹ (bolsista PIBIT/CNPq), Daniel Jadyr L. Costa² (orientador DCAm), Jorge Akutsu³ (co-orientador DECiv)

¹galindovi96@gmail.com, ²danielcosta.geo@gmail.com, ³akutsu@ufscar.br

INTRODUÇÃO

O crescente aumento populacional ocasiona aumento na demanda hídrica para atividades de consumo em áreas urbanas e rurais. Devido ao alto custo e dificuldades no abastecimento de água na área rural o Carneiro Hidráulico (CH) se apresenta como alternativa viável para o bombeamento.

Criado em 1796, o CH é considerado como uma tecnologia limpa por não utilizar energia elétrica e nem combustíveis fósseis, apresentando assim vantagens no bombeamento de água em locais de baixa demanda hídrica.

OBJETIVOS

Analisar o desempenho do bombeamento de água de um Carneiro Hidráulico a partir de um sistema construído em escala piloto, realizando variações operacionais do equipamento e variações geométricas da câmara de ar.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na Figura 1 está apresentado o método adotado para execução do trabalho.

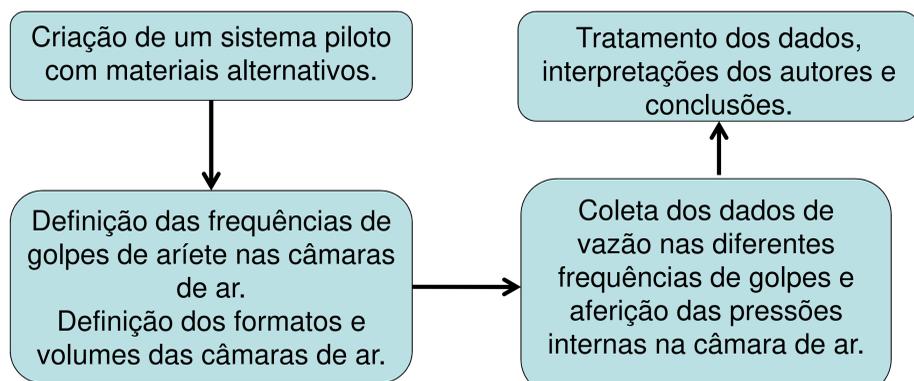


Figura 1. Esquema do método adotado para realização do estudo.

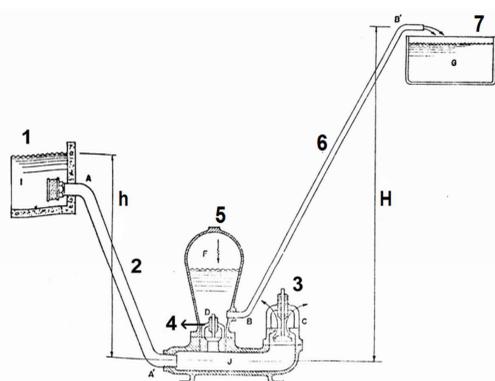


Figura 2. Esquema do sistema piloto. Fonte: Junior, 2007.



Figura 3. Módulo do sensor de pressão: interface com o usuário para programação da frequência amostral.

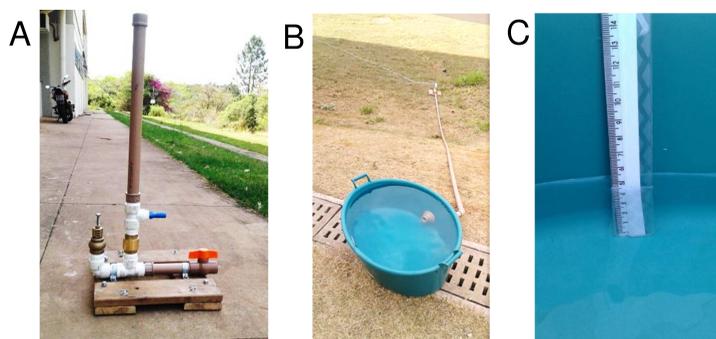


Figura 4. Equipamentos utilizados: A - Carneiro Hidráulico; B - Reservatório de alimentação; C - Régua para obtenção da curva-chave do reservatório e aferição de nível.

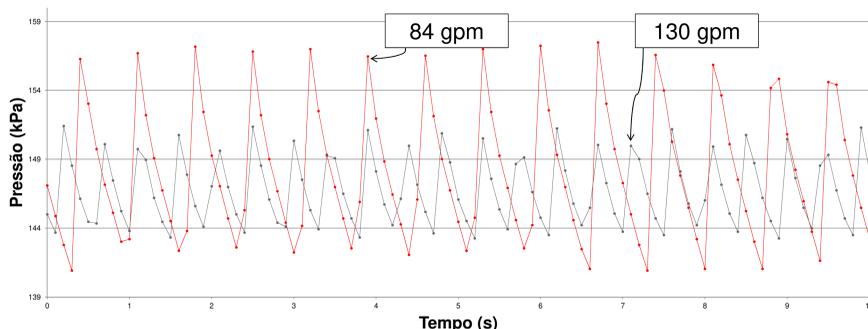


Gráfico 1. Variação da pressão (kPa) ao longo do tempo, na câmara de ar 2, nas condições: 84 golpes por minuto e 130 golpes por minuto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

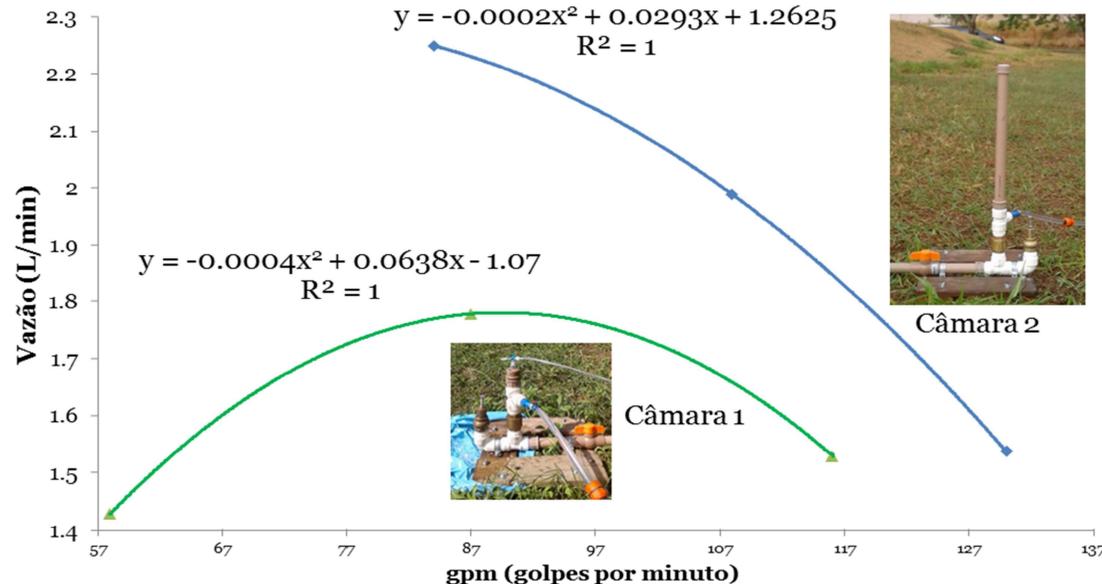


Gráfico 2. Vazão obtida (L/min) em função do número de golpes por minuto (gpm) e da câmara de ar utilizada.

A câmara de ar 2, com volume de 300mL, proporcionou os melhores resultados de bombeamento de água para as frequências de golpes (gpm) praticadas. Por outro lado, observou-se resultados ineficientes durante o uso da câmara de ar 1, com volume de 15mL, devido a sua baixa capacidade de amortecimento dos golpes e de descompressão do ar na câmara.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Foi possível verificar que para o adequado funcionamento do equipamento CH, o dimensionamento do volume da câmara de ar deve ser realizado criteriosamente, seja por meio de modelos teóricos ou a partir de dados obtidos empiricamente, e que as câmaras de ar além de exercerem a função de bombeamento de água por descompressão, também realizam a função de amortecimento do golpe de aríete.

2. Foi possível observar que câmaras de ar com volumes maiores, em conjunto com frequências de golpes por minuto menores (84gpm, no caso do Gráfico 1), foram as condições de maior eficiência no bombeamento de água. Sendo assim, para CHs produzidos de maneira similar ao utilizado neste trabalho, quanto ao porte (volumes das câmaras), materiais, disposição dos acessórios e geometria, esta é a condição mais adequada para aplicação em campo.

3. Considerando que a natureza deste trabalho é bastante empírica, de modo que as conclusões foram tomadas por meio de observações, os autores julgam ser importante continuar o trabalho experimental, e indicam como possíveis trabalhos futuros:

- Construção de um sistema similar a este em condições de laboratório, com a possibilidade de amostrar outras condições empíricas de interesse;
- Instalação de tomadas de pressão em outros locais, como nas linhas de fluxo a montante e a jusante ao equipamento, nas adjacências da válvula de retenção do golpe de aríete, e na tubulação de alimentação para monitoramento da energia de pressão dispendida no golpe e acompanhamento da conservação da onda de celeridade produzida.

REFERÊNCIAS (principais)

- ABATE, C.; BOTREL, T. A. Carneiro hidráulico com tubulação de alimentação em aço galvanizado e em PVC. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 197-203, 2002.
- AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, F. M. *Manual de hidráulica*. 9. ed – São Paulo: Blucher, 2015.
- CÁRARO, D. C. et al. Características construtivas de um carneiro hidráulico com materiais alternativos. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v. 11, n. 4, p. 349-354, 2007.
- CHAPRA, S. C. & CANALE, R. P. *Numerical methods for engineers*. McGrawHill, 7th ed, 2014.
- COSTA, D. J. L. *Modelo Matemático para Avaliação Hidrodinâmica de Escoamentos em Regime Não-permanente*. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.
- GIORGETTI, M. F. *Fundamentos de fenômenos de transporte para estudantes de engenharia*. São Carlos: Suprema, 2008.
- GOUVEA, C. A. K. et al. Aumento de eficiência de um carneiro hidráulico para uso no meio rural. *Revista Espacios*, v.34, n.6, p. 12-25, 2013.
- JUNIOR, A. S. et al. *Hidráulica*. Itajubá, MG: FAPEPE, 44p. Série Energias Renováveis, 2007.
- RIGHETTO, A. M. *Considerações sobre o golpe de Ariete em instalações hidráulicas*. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1972.
- ROJAS, R. N. Z. *Modelagem, otimização e avaliação de um carneiro hidráulico*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

AGRADECIMENTOS

À bolsa PIBIT/CNPq concedida ao primeiro autor, à CoPICT/ProPq/UFSCar, à SGAS/UFSCar e à Profa. Andréa L. T. de Souza do Departamento de Ciências Ambientais, e aos Profs. Erich Kellner e Rodrigo E. Córdoba do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar.