



## TESTE DE UM CARNEIRO HIDRÁULICO USANDO DUAS CÂMARAS DE AR E MATERIAIS ALTERNATIVOS

**SILVA, Jorge Luis Andrade da<sup>1</sup>; NEBEL, Álvaro Luiz Carvalho<sup>2</sup>; COLLARES, Gilberto Loguércio<sup>2</sup>; TAVARES, Vitor Emanuel Quevedo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Hidrometria para Gestão de Recursos Hídricos / Engenharia Hídrica, j.jorgeandrade@hotmail.com*

<sup>2</sup>*Engenharia Hídrica – UFPel, alvaronebel@gmail.com, gilbertocollares@gmail.com  
Campus CAVG – Av. Ildefonso Simões Lopes, 2791 – CEP 96060-290.*

<sup>3</sup>*Departamento de Engenharia Rural, UFPel, bolsista PET/SESu, veqtavares@yahoo.com.br*

### 1. INTRODUÇÃO

A recente crise da energia convencional, principalmente em países subdesenvolvidos, tem ocasionado a exploração de fontes alternativas de energia (ABATE; BOTREL, 2002). Em muitos desses países não há eletricidade no setor rural e os motores de combustão apresentam problemas atribuídos ao combustível e à manutenção (ZÁRATE ROJAS, 2002), assim, o uso de carneiro hidráulico, equipamento amplamente empregado em propriedades rurais onde não há energia elétrica, caracteriza-se como alternativa ao bombeamento (ABATE; BOTREL, 2002), apresentando ainda como vantagens a manutenção e a operação simples, não exigindo mão-de-obra qualificada, o custo de aquisição e/ou montagem relativamente baixos e a possibilidade de uso durante 24 horas por dia recalcando água sem emissão de poluentes ou gases.

É possível fabricar carneiros hidráulicos de maneira artesanal, utilizando-se tubo de PVC (BARRETO; LIMA, 1997), madeira e PVC (SILVA; RÊDA, 1991) ou com peças metálicas e garrafas de polietileno tereftálico, também conhecida como PET, as quais podem ser empregadas na substituição de alguns materiais no meio rural, tais como o reuso em tubulações para sistemas de irrigação de baixa pressão (MAPURUNGA et al., 2003) e a desinfecção de efluentes com tratamento terciário utilizando-se energia solar (PATERNIANI; SILVA, 2005) e, no aspecto proposto, como alternativa à câmara de ar em carneiro hidráulico, cujo material é usualmente o ferro fundido (TIAGO FILHO, 2002). Quanto ao rendimento do carneiro hidráulico e segundo Zárate Rojas (2002), o mesmo depende principalmente da relação da altura de queda do reservatório de alimentação até o carneiro hidráulico e altura de elevação do aparelho ao reservatório superior e, ainda, da técnica com que é fabricado o aparelho. Azevedo Netto & Alvarez (1988), afirmam que o rendimento varia entre 20 e 70%. De acordo com Tiago Filho (2002), o rendimento do carneiro hidráulico fabricado com garrafa PET está entre 30 e 60%.

Este trabalho teve como objetivo a instalação de um carneiro hidráulico construído com materiais alternativos (TIAGO FILHO, 2002), utilizando diferentes composições para a câmara de ar e testando seu rendimento hidráulico.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de novembro de 2008 a fevereiro de 2009, no Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça - CAVG - UFPel, localizado no Município de Pelotas/RS. O carneiro hidráulico foi montado conforme descrito em Tiago Filho (2002) com modificação na composição da câmara de ar, a qual foi montada utilizando diversas combinações com garrafas PET.

Para o reservatório de alimentação foi utilizado um tanque de PVC com capacidade para 41L, cujo nível de água foi mantido constante a uma altura de 1m em relação ao nível do carneiro hidráulico. A partir do reservatório, a água foi conduzida por uma tubulação de PVC de 25mm, correspondente à tubulação de alimentação do equipamento, enquanto a água recalçada foi derivada para uma tubulação de mangueira cristal transparente de 12,5mm de diâmetro interno. O volume recalçado foi medido pelo processo volumétrico, com auxílio de uma proveta com capacidade para 1,4 litros, e o tempo devidamente cronometrado para obtenção da vazão de recalque.

Os testes de vazão de recalque e rendimento hidráulico foram realizados utilizando volumes de câmaras de ar diferentes, a partir da utilização de garrafas PET com capacidade de 0,5, 1,5, 2,0 e 3,3 litros, isoladas ou combinadas, com quatro repetições para cada teste. Foi feita uma série de oito testes para medir o volume, cada um com volume da câmara de ar diferente, com quatro repetições. Em cada teste foram medidos o volume de escape e cronometrado o tempo de enchimento do reservatório de recalque, o qual possuía volume constante em todas as montagens testadas. Desta forma, o que variava entre um ensaio e outro eram o tempo de enchimento do reservatório de recalque e o volume de escape. A vazão de recalque foi calculada como sendo a razão entre o volume do reservatório de recalque e o tempo gasto para seu enchimento. O rendimento foi calculado pela razão entre o volume recalçado e a soma volume recalçado mais volume de escape. A qualidade física da água utilizada foi apropriada para o funcionamento do carneiro hidráulico, sem impurezas ou sólidos em suspensão que pudessem interferir no teste.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes conduzidos estão apresentados na Tabela 1, onde são mostradas as médias das quatro repetições para os parâmetros vazão de recalque e rendimento hidráulico em função dos oito diferentes volumes da câmara de ar testados. Na condução dos ensaios, o primeiro teste apresentava valores menores para as variáveis analisadas em função da necessidade de pressurização da câmara. Este fato ocorria somente na primeira repetição de cada teste, equalizando os resultados nas repetições seguintes, e desta forma, teve influência semelhante em cada teste, pois as tubulações foram mantidas fixas em todos os ensaios.

Tabela 1: Vazão de recalque e rendimento do carneiro hidráulico em função do volume da câmara de ar.

Volume da Câmara (L)	Vazão $L.s^{-1}$	Vazão $L.h^{-1}$	Rendimento (%)
-------------------------	---------------------	---------------------	----------------

0,5	0,011	38,8	6,9
1,0	0,015	5,9	9,9
1,5	0,016	5,3	6,9
2,0	0,013	47,2	8,2
2,5	0,019	70,8	11,2
3,0	0,020	71,2	12,1
3,3	0,014	53,8	9,0
3,5	0,016	56,2	13,1

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram que o melhor resultado para vazão recalçada foi obtido com o volume de câmara de ar de 3,0L, o qual utilizava a montagem simultânea de duas garrafas PET de 1,5L cada. Com este volume de câmara de ar foi possível recalcar uma vazão de 71,2L.h<sup>-1</sup>. Com relação ao melhor rendimento, este foi proporcionado pelo sistema de montagem com duas garrafas PET, uma de 1,5L e outra de 2,0L montadas simultaneamente, com um volume de câmara de ar igual a 3,5L.

Na Figura 1 são apresentados os resultados da Tabela 1 na forma gráfica, onde é possível observar a tendência de aumento do rendimento e da vazão de recalque com o aumento do volume da câmara de ar.

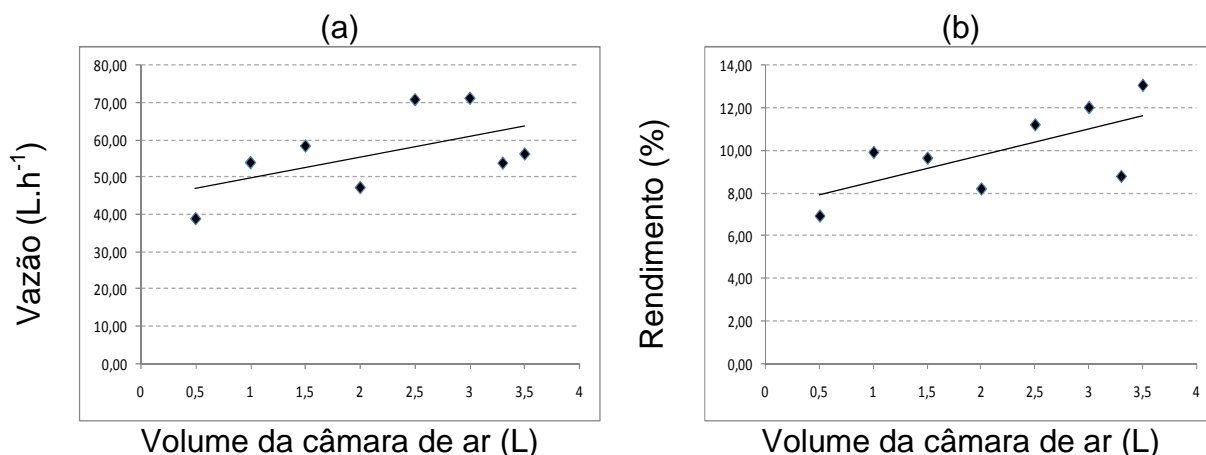


Figura 1 - Gráficos de vazão (a) e rendimento (b) para os diferentes volumes de câmara de ar testados.

Não foi possível testar diferentes alturas de recalque devido às limitações impostas pelo local de instalação do equipamento. Sugere-se que sejam feitos novos testes, com alturas de alimentação superiores a 1m, com diferentes tamanhos de furos na tampa das câmaras e principalmente com reservatório de acumulação com capacidade maior do que 41L.

A válvula de pé não foi testada na posição vertical, pois conforme estudos de Cararo et al. (2007), foi constatado que a válvula apresenta um rendimento maior na posição horizontal.

#### 4. CONCLUSÕES

A característica construtiva testada e que apresentou melhor desempenho para a altura de alimentação testada foi com duas garrafas de 1,5L usadas simultaneamente, e com duas garrafas, uma de 1,5L e outra de 2L, as quais

apresentaram, respectivamente, maior vazão recalçada e maior rendimento do carneiro hidráulico testado.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/CT-HIDRO pelo aporte financeiro ao Curso de Capacitação em Hidrometria para Gestão de Recursos Hídricos / Edital 037/2006.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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; ALVAREZ, G. A. **Manual de Hidráulica**. 2.ed.São Paulo: Edgar Blucher, v.1 p.1724. 1988.

BARRETO, A. C.; LIMA, L. **Revista Globo Rural**. 31.ed. São Paulo:Globo, Ano 13, n.144. p.29. 1997.

CARARO, D. C.; DAMASCENO, F. A.; GRIFFANTE, G.; ALVARENGA, L. A. **Características construtivas de um carneiro hidráulico com materiais alternativos**. Campina Grande, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.11, n.4, p.349–354, 2007.

MAPURUNGA, M. C.; LEAO, M. C. S.; TEIXEIRA, A. S.; GONDIM, R. S. **Reuso de garrafas PET em tubulações para sistemas de irrigação de baixa pressão**. Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2003, Juazeiro. Anais...Juazeiro: ABID, CD Rom.2003.

PATERNIANI, J. E. S.; SILVA, M. J. M. da. **Desinfecção de efluentes com tratamento terciário utilizando energia solar (SODIS): avaliação do uso do dispositivo para concentração dos raios solares**.Scientia Agrícola, Piracicaba, v.10, n.1, p.7-11, 2005.

SILVA, A. M.; RÊDA, N. E. D. **Carneiro hidráulico alternativo**. Boletim Técnico. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 9p. 1991.

TIAGO FILHO, G. L. **Carneiro Hidráulico: O que é e como construí-lo**. CERPCH-Centro Nacional de Referência em Pequenos Aproveitamentos Hidroenergéticos. Disponível em <http://www.cerpch.efei.br/carneiro.html> – acesso em 02 Mar. 2009.

ZÁRATE ROJAS, R. N. **Modelagem, otimização e avaliação de um carneiro hidráulico**. Piracicaba:ESALQ, Tese Doutorado, 70p. 2002.