



## ALGUMAS INOVAÇÕES NA CONSTRUÇÃO DE UM CARNEIRO HIDRÁULICO

<sup>1</sup>Luciano de Oliveira; <sup>2</sup>Luiz Henrique de Oliveira; <sup>3</sup>Orlando Moreira Júnior.

UFGD-FACET, Rodovia Dourados, Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, CEP 79.804-970, Dourados - MS.

UFGD-FAEN, Rodovia Dourados, Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, CEP 79.804-970, Dourados - MS.

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Engenharia de Energia da FAEN-UFGD, e-mail: [luciano.ufgd@gmail.com](mailto:luciano.ufgd@gmail.com)

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Química da FACET-UFGD, e-mail: [l-u-i-zhenrique@hotmail.com](mailto:l-u-i-zhenrique@hotmail.com)

<sup>3</sup> Professor da Faculdade de Engenharia da UFGD e orientador, e-mail: [orlandojunior@ufgd.edu.br](mailto:orlandojunior@ufgd.edu.br)

### RESUMO

Atualmente existe uma busca por equipamentos de fonte energética renovável e que emitam menor índice de poluente ou gases para atmosfera. Desta forma, podemos destacar o carneiro hidráulico, equipamento que não consome energia elétrica ou fontes derivadas de petróleo. Assim foi realizado um estudo através de algumas modificações nos componentes de um carneiro hidráulico, no intuito de aumentar o rendimento do mesmo. As adaptações foram realizadas através da duplicação de uma válvula de impulso e câmara de pressão, onde através de cálculos, foram comprovados que estas adaptações causaram um aumento de 5% na eficiência do carneiro hidráulico, sendo superior a modelos convencionais.

**Palavras-Chave:** Carneiro Hidráulico; Vazão de Recalque; Vazão de descarga.

### INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial para a vida no planeta segundo (ROCHA, 2006). No entanto este recurso hídrico vem sendo comprometido pela degradação urbana, industrial e agrícola e por desequilíbrios ambientais resultantes do desmatamento e uso indevido do solo (ANDREOLI *et. al.* 2000). Recentemente, a população vem se conscientizando dos sistemas que possam reduzir o consumo de fontes energéticas não renováveis, uma vez, nos últimos anos recentes estudos reportam fontes alternativas de energia limpa e renovável, devido a degradação ao meio ambiente. (LEITE *et. al.* 2011).

As áreas rurais de difícil acesso são uma das regiões mais comprometidas por esta degradação, fato que pode contribuir ainda mais para esta debilidade e a falta de energia elétrica. Assim torna-se de essencial importância meios que viabilizem a utilização de água nestas regiões. Neste contexto uma alternativa seria utilizar os carneiros hidráulicos, equipamento muito utilizado em propriedades rurais para a transposição de água de forma racional, econômica e sustentável. Atendendo a diversas situações, ao contrário de outros meios como os conjuntos motobomba, que na captação de águas superficiais e subterrâneas necessita de energia elétrica ou de combustível fóssil para seu acionamento, (ROJAS, 2002) e (ABATE *et. al.* 2002).

Um carneiro hidráulico é uma bomba de água que foi inventado no século XVII, que é baseado no desenvolvimento de uma onda de pressão quando o fluido em movimento é forçado a parar, sendo empregado para elevar água a alturas de maior alcance (SENGUPTA *et. al.* 2013). Este equipamento é uma bomba que transforma a energia cinética da água em energia potencial. É muito usado em propriedades rurais, principalmente onde a energia elétrica é escassa ou inexistente. Também apresenta a vantagem de ter uma manutenção barata e simples e não exige mão-de-obra qualificada, tem custo de aquisição relativamente baixo, possibilidade de uso durante 24 horas por dia recalçando água e sem emissão de poluentes ou gases. O funcionamento do carneiro hidráulico é decorrente do golpe de aríete causado pelo fechamento de uma válvula, que interrompe o movimento da água proveniente de uma fonte de alimentação localizada em nível superior.

Algumas desvantagens sobre o carneiro hidráulico podem ser citadas, como a eficiência que é determinada pelas condições locais de volume e altura da queda d'água, o golpe de aríete produz ruído, há necessidade de queda d'água e utilização de água limpa, além de recalcar somente uma fração da vazão disponível na alimentação (CARARO *et. al.* 2007) e (OLIVEIRA *et. al.* 2011).

Segundo AZEVEDO NETTO e colaboradores (1988), o rendimento do carneiro hidráulico pode variar entre 20 a 70%. Poucas informações tem sido reportados sobre este aparelho, uma vez que, o mesmo é relativamente importante em locais sem energia elétrica. Todavia, ele requer estudos que aumentem seu desempenho com mudanças em suas características construtivas e melhorem sua vazão de recalque e rendimento em função da vazão de alimentação.

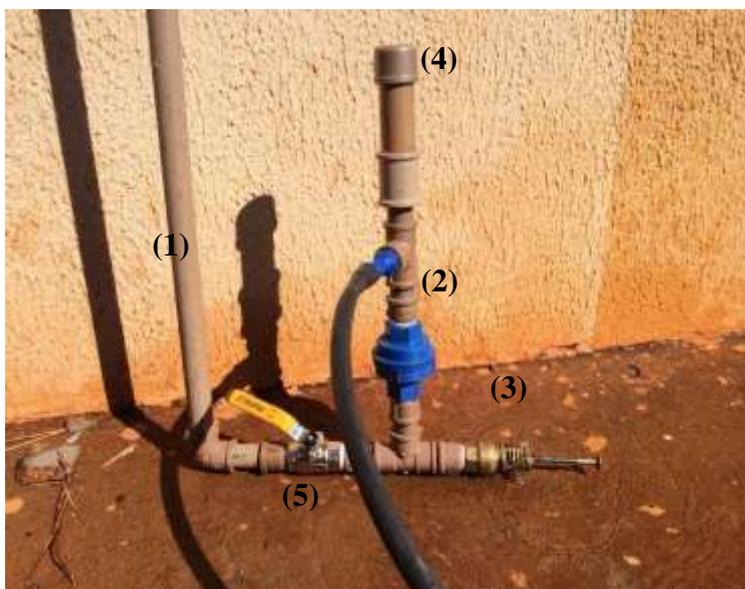
Na tentativa de prorrogar a aposentadoria desta preciosa ferramenta, este trabalho mostra a construção e otimização de algumas condições que geraram maior eficiência do

carneiro hidráulico, no intuito de que o mesmo possa competir com sistemas que utilizam energia elétrica ou causam emissão de poluentes ou gases na atmosfera.

## MATERIAL E MÉTODOS

O carneiro hidráulico foi montado no laboratório de Engenharia de Energia da Faculdade de Engenharia, no Campus II, da Universidade Federal da Grande Dourados UFGD, sua montagem ocorreu no laboratório de Energia aplicada. Para a construção do carneiro hidráulico foram adotados dois modelos, visando comparar sua eficiência diante de algumas modificações.

A partir de uma revisão bibliográfica dos modelos convencionais de carneiro hidráulico, destacou-se, o trabalho reportado por TIAGO FILHO *et. al.* (2002) o qual foi adotado como referência para conduzir este trabalho. Desta forma, construiu-se um carneiro hidráulico com utilização dos seguintes sistemas: tubo de alimentação (1), válvula de impulso (2), válvula de recalque (3), câmara de pressão (4) e tubo de recalque (5) em que o mesmo pode ser observado na Figura 1.



**Figura 1** - Montagem de um modelo convencional de carneiro hidráulico. (Fonte própria).

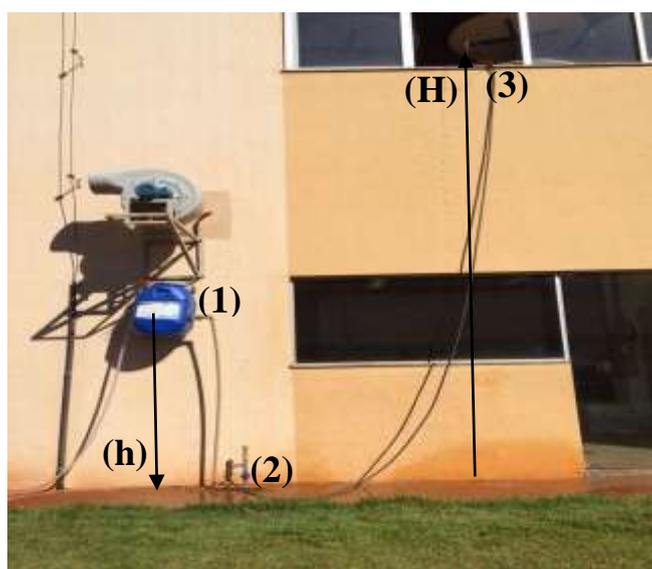
Com a montagem do carneiro hidráulico, já apresentado na Figura 1, foram feitas algumas modificações no mesmo, e assim foi construído um novo modelo de carneiro hidráulico, com intuito de apresentar uma maior eficiência. Na montagem do novo carneiro hidráulico as alterações foram realizadas no sistema de válvula de impulso (1) e câmara de





**Figura 3** - Forma de ajuste realizado na válvula de retenção. (Fonte própria).

Na Figura 4, pode ser visualizado o sistema de instalação do carneiro hidráulico, para a realização dos ensaios para verificação do seu desempenho. O sistema de funcionamento do carneiro hidráulico é iniciado pela captação da água de um reservatório, sendo utilizado um tambor 50 litros como sistema de alimentação (1). A água que percorre o encanamento do reservatório até o carneiro hidráulico (2), é chamada de vazão entrada, no qual foi obtida com uma distância de 2,3 metros ( $h$ ). Após a água passa pelo carneiro hidráulico e em seguida a água pode ser perdida pela vazão de descarga. Parte da água que chega até o carneiro hidráulico é jogada para fora do sistema (vazão de descarga) e outra parte é recalçada, vazão de recalque (4), a uma altura de 4,5 metros ( $H$ ), onde pode ser melhor observado. O sistema todo pode ser observado na Figura 4. Durante o processo de montagem atentou-se ao sistema de vedação, para evitar vazamentos.



**Figura 4** - Sistema de funcionamento de um carneiro hidráulico. (Fonte própria).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Modelo convencional de carneiro hidráulico

Inicialmente realizou-se ensaios com o carneiro hidráulico de uso convencional, através da divisão do volume de vazão tanto de descarga como de recalque para os intervalos de tempo de 1:30, 2:00 e 3:00, estabelecendo-se a média para ensaios realizados em triplicatas, os dados estão reunidos na Tabela 1.

**Tabela 1** - Vazões do carneiro hidráulico apresentado na Figura 1 em função do tempo.

Tempo (min.)	Vazão recalcada média (L/min)	Vazão de descarga média (L/min.)
1:30	1,54	3,85
2:00	1,25	3,15
3:00	1,16	3,27
Média Geral	1,32	3,42

L = Litros; min. = minutos.

Estabeleceu-se uma média para ambas as vazões em função dos tempos 1:30, 2:00 e 3:00 como pode ser observado na Tabela 1 na coluna média geral, assim a vazão média de água recalcada teve o seguinte valor 1,32 L/min. e a vazão média de água de descarga foi obtida para 3,42 L/min.

A vazão de entrada de água no carneiro é igual a soma da vazão de descarga mais a vazão de recalque, desta forma tem-se a vazão média de entrada de água com 4,74 L/min, sendo que o equipamento e o encanamento utilizado, foram todos de diâmetro  $\frac{3}{4}$ .

Por meio da vazão de entrada de água de 4,74 L/min, obtido acima, que equivale a 100% de água de entrada, pode-se estabelecer uma regra de três por meio da vazão recalcada média de 1,32 L/min, e assim obter o valor de 27,85 % de água recalcada no modelo convencional, como rendimento.

### Modelo de dupla válvula de impulso e dupla câmara de pressão

Com o novo modelo, apresentado na Figura 2, realizou-se os mesmos ensaios apresentados com o modelo convencional. Os resultados estão reunidos na Tabela 2, onde inicialmente pode-se observar algumas diferenças, obtidas em comparação com o carneiro hidráulico comentado anteriormente.

**Tabela 2** - Vazões do carneiro hidráulico apresentado na Figura 2 em função do tempo.

<b>Tempo (min.)</b>	<b>Vazão recalcada média L/min.</b>	<b>Vazão de descarga média L/min.</b>
1:30	1,70	3,85
2:00	1,40	3,00
3:00	1,40	3,50
Média Geral	1,50	4,95

L = Litros; min. = minutos.

A vazão média para os três valores extraídos da Tabela 2, foram 1,50 L/min de água recalcada e 3,45 L/min para água de descarga. Obteve-se a vazão de entrada de água no carneiro hidráulico igual a 4,95 L/min., sendo que o equipamento e o encanamento utilizados foram todos de diâmetro  $\frac{3}{4}$ .

Como já estabelecido o rendimento para o carneiro hidráulico de modelo convencional no valor de 27,85%, em comentário anterior. Calculou-se através da vazão de entrada de água de valor 4,95 L/min, obtido no parágrafo acima, que equivale a 100% de água de entrada, estabeleceu-se a regra de três por meio da vazão recalcada média de valor 1,50 L/min, com isso foi obtido rendimento de 30,30% de água recalcada no atual o qual se mostra superior ao modelo convencional.

Outro ponto que pode ser explorado, tanto na Tabela 1 quanto na Tabela 2, está relacionado com o aumento do tempo o qual deveria aumentar as vazões, entretanto ocorre o inverso, aumenta o tempo e diminui as vazões. Este fato é justificado pela diminuição do volume que ocorre enquanto o sistema está em funcionamento, tendo como consequência a diminuição da pressão, este fato é atribuído devido as características do reservatório utilizado que apresentou capacidade insuficiente para manter seu fluxo de água contínuo com pressão contínua. Todavia, pretende-se aumentar a capacidade deste reservatório afim de sanar este inconveniente, nos futuros trabalhos.

### **Eficiência Teórica**

Calculou-se a eficiência teórica através da altura da vazão de impulso sobre a altura da vazão recalcada (h/H). Para construção de ambos os carneiros hidráulicos, estabeleceu-se 2,3 metros para a altura de vazão de impulso e 4,5 metros para a altura de vazão recalcada, com

isso, temos  $h/H$  na proporção de 0,51. Através da tabela 3, tem-se o aproveitamento de aproximadamente 0,60 ou 60% (Tiago Filho *et. al.* 2002).

**Tabela 3** - Porcentagem de água aproveitada. (Fonte Tiago Filho *et. al.* 2002).

Proporção (h/H)	Aproveitamento R
0,50	0,60
0,33	0,55
0,25	0,50
0,20	0,45
0,17	0,40
0,14	0,35
0,13	0,30

### Eficiência Experimental

O cálculo para eficiência experimental, dos respectivos carneiros hidráulicos, foi realizado de acordo com TIAGO FILHO *et. al.* (2002), onde **R** é a eficiência do carneiro hidráulico, **h** é definido como altura da vazão de impulso, **H** é a altura da vazão de recalque, **q** é a vazão de água recalçada, **Q** vazão de alimentação disponível, onde os mesmos são expressos através da equação 1.

$$R = \frac{q}{Q * \left(\frac{h}{H}\right)} \quad (1)$$

Através da equação 1, temos que o modelo convencional de carneiro hidráulico, no qual obteve-se uma eficiência experimental de 0,54 ou 54%, de acordo com o cálculo abaixo.

$$R = \frac{1,5 \frac{L}{min}}{4,95 \frac{L}{min} * \left(\frac{2,3}{4,5}\right)} = 0,54 \text{ ou } 54\% \quad (2)$$

Para o segundo carneiro hidráulico, em que foram realizadas adaptações, com uma dupla válvula de impulso e dupla câmara de pressão, apresentado na Figura 2, temos eficiência experimental de 0,59 ou 59%, conforme o cálculo realizado abaixo. Onde verifica-se que a eficiência obtida está muito próxima do valor teórico.

$$R = \frac{1,32 \frac{L}{min}}{4,74 \frac{L}{min} * \left(\frac{2,3}{4,5}\right)} = 0,59 \text{ ou } 59\% \quad (3)$$

Usualmente, os rendimentos obtidos para os carneiros hidráulicos não são tão elevados, isto ocorre porque grande parte da água fornecida ao equipamento não é recalçada, o qual é justificado pelo uso de muitas peças podem diminuir a eficiência ou rendimento do carneiro hidráulico, (TIAGO FILHO e *et. al.* 2002).

## CONCLUSÃO

Com a construção do carneiro hidráulico com dupla válvula de impulso e dupla câmara de pressão, foi obtida uma eficiência próximo ao reportado na literatura, além do que, o mesmo foi superior ao modelo convencional. Foi possível mostrar que as adaptações realizadas resultaram em uma eficiência e rendimento de água recalçada superior ao modelo convencional, cumprindo com o propósito do trabalho. Tem-se como perspectivas futuras utilizar um reservatório de água com maior capacidade, além de propor novas modificações no intuito de melhorar tanto a eficiência quanto o rendimento do carneiro hidráulico.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ABATE, C.; BOTREL, T. A.; carneiro hidráulico com tubulação de alimentação em aço galvanizado e em PVC; *Scientia Agricola*, v. 59, n. 1, p. 197-203, 2002.

ANDREOLI, C. V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; ANDREOLI, F.N.; Limites ao Desenvolvimento da Região Metropolitana de Curitiba, Impostos pela Escassez de Água, Simpósio Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (9º SILUBESA), Porto Seguro, p.185-195, 2000.

ROJAS, R. N. Z.; Modelagem, otimização e avaliação de um carneiro hidráulico, Tese (Doutorado em Agronomia), Piracicaba, 2002.

SENGUPTA, P. P.; NARULA, J.; A Piston Pump, Vortex Impeller, or Hydraulic Ram?, rotor Vórtex, ou hidráulica Ram, *JACC: Cardiovascular Imaging*, V. 6, n. 5, P. 636-639, 2013.

LEITE, A. D.; A Economia Brasileira – De Onde Viemos E Onde Estamos, Capítulo 16 – Crescimento econômico, Consumo de Energia e Meio Ambiente, p. 133–142, 2011.

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

TIAGO FILHO, G. L.; VIANA, A. N. C.; Carneiro hidráulico, o que é e como construí-lo, Centro Nacional de Referência em Pequenos Aproveitamentos Hidroenergéticos - CERPCH, 2002, Disponível em: <http://www.cerpch.efei.br>. Acesso em 22 de set. de 2011.

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

OLIVEIRA, J. R.; KOETZ, M.; SILVA, T. J. A.; ANICÉSIO, E. C. A.; Construção e avaliação de equipamento para bombeamento de água tipo “carneiro hidráulico alternativo”, Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1728, 2011.

ROCHA, C. M. B. M.; RODRIGUES, L. S.; COSTA, C. C., OLIVEIRA, P. R.; SILVA, I. J.; JESUS E. F. M.; ROLIM, R. G.; Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000, Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, n. 9, p. 1967-1968, 2006.