



## Projeto e Avaliação da Uniformidade de um Carneiro Hidráulico para Irrigação

### *Design and Evaluation of the Uniformity of a Hydraulic Ram for Irrigation*

Alexandre de Castro Salvestro

Lucídio Molina Filho

Jean Paulo Silva Natal

Angela Maria Picolloto

Renan Foganholo

**Resumo:** A dificuldade para obtenção de um método de bombeamento de água em pequenas propriedades rurais fez com que o extensionista rural da Epagri de Frei Rogério, Elcio Pedrão, procurasse por uma maneira mais acessível, financeiramente e ecologicamente, para o fazê-lo. A solução encontrada foi o uso do dispositivo chamado carneiro hidráulico, uma bomba que usa da força da gravidade gerada por um desnível entre o reservatório e a mesma para o bombeamento de água a longas distâncias e altos desníveis. Outra aplicação para este equipamento, além do bombeamento, é a irrigação, que necessita de uma uniformidade de distribuição adequada. Sendo assim a proposta foi a de verificar a viabilidade do uso do equipamento para esta aplicação utilizando-se de 3 diferentes situações (desníveis de 1m, 1,5m e 2m). O resultado do estudo foi obtido através da aplicação da equação de Bernardo (2006), para a uniformidade de emissão, e do programa SISVAR para verificação estatística desta uniformidade. Obteve-se um resultado onde o carneiro mostrou-se viável devido a suas vantagens serem maiores, quanto a sustentabilidade e custos, mas também por possuir uma uniformidade de distribuição adequada de 40%, 42% e 50% para as respectivas alturas de 1m, 1,5 e 2m.

**Palavras-chave:** Carneiro hidráulico; uniformidade de distribuição; irrigação.

**Abstract:** The difficulty in obtaining a method of pumping water in small rural properties made the rural extension of Epagri from Frei Rogério, by Elcio Pedrão, search for a more affordable way, financially and ecologically, to do so. The solution found was the use of the device called hydraulic ram, a pump that uses the force of gravity generated by a unevenness between the reservoir and the pump. To pump water over long distances and high gradients. Another application for this equipment, besides pumping, is the irrigation, which needs an adequate distribution uniformity. Therefore, the proposal was to verify the feasibility of using the equipment for this application using three different situations (1m, 1,5m and 2m gradients). The results of the study were obtained by applying the equation of Bernardo (2006), for the uniformity of emission, and the SISVAR program for statistical verification of this uniformity. A result was obtained where the ram was viable due to its advantages being greater in terms of sustainability and costs, but also to have an adequate distribution uniformity of 40%, 42% and 50% for the respective heights of 1m, 1.5 and 2m.

**Keywords:** Hydraulic ram; distribution uniformity; irrigation.

## INTRODUÇÃO

Desde os tempos antigos os seres humanos têm feito uso dos recursos hídricos disponíveis para o desenvolvimento de equipamentos de geração de energia e também para o consumo direto e indireto. Um destes métodos indiretos é o da agricultura, campo essencial para a produção de alimentos por toda a nossa história até os dias de hoje. As dificuldades encontradas nas agriculturas de pequeno porte, em relação a irrigação, nos dias de hoje se relacionam aos custos da utilização de sistemas de transporte de água, que são relativamente elevados quando se utiliza de energia elétrica ou combustíveis fósseis, entrando em cena métodos mais baratos e sustentáveis como o carneiro hidráulico.

Segundo Souza (2011), os equipamentos de transporte de água são desenvolvidos de acordo com nossas necessidades, de forma a possuir um desempenho produtivo aceitável a um relativo baixo custo, utilizando energias alternativas. O carneiro hidráulico é uma espécie de bomba que trabalha devido a força da gravidade exercida pela água, John Whitehurst foi o inventor que desenvolveu o primeiro modelo em 1772, porém o mesmo operava apenas de forma manual. Os responsáveis pela automatização do equipamento foram os irmãos franceses Montgolfier, que o fizeram em 1796.

O nome da bomba deriva-se do fato de o ruído emitido pelo equipamento durante seu funcionamento assemelhar-se ao som do golpe realizado pelo carneiro (animal) em situações de defesa ou de disputa por exemplo. O som emitido deve-se ao movimento brusco da válvula após o escoamento da água por gravidade forçar o fechamento do mesmo e assim impulsionar o fluido para o recalque, (EPAGRI).

As vantagens da utilização do carneiro hidráulico são:

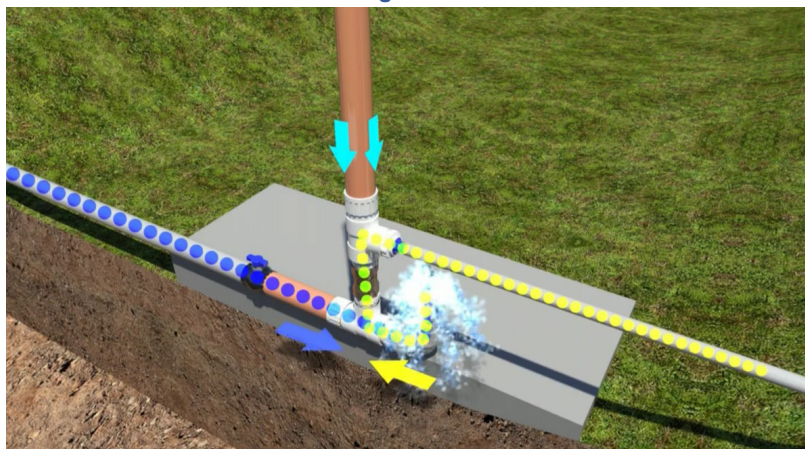
- Baixo custo na aquisição do dispositivo;
- Baixo custo da manutenção e instalação;
- Não necessidade de energias elétricas ou provenientes de combustão;
- Possibilidade de uso 24 horas por dia;
- Não polui ou agride o meio ambiente.

As desvantagens são:

- É necessário de um terreno adequado, ou seja, que haja desnível do reservatório ao carneiro de pelo menos 1 metro;
- Utilização apenas de água limpa, sendo necessário o uso de filtro em sua captação;
- O equipamento recalca apenas uma parte da vazão disponível do reservatório;
- O rendimento do equipamento dependerá da topografia do local.
- O carneiro hidráulico funciona de acordo com a figura 1, a água escoar por uma tubulação por gravidade até chegar a válvula de sucção adaptada para funcionar de maneira oposta a original, com a mola mantendo-a

aberta ao invés de mantê-la fechada como na figura 2, quando a válvula se abre parte do fluido é liberado a outra parte irá forçar o fechamento da mesma ocasionando um golpe semelhante ao de aríete por parte da mola, que por sua vez forçara a água a retornar pela tubulação de onde veio encontrando como única saída a subida através da válvula de retenção. A repetição do movimento e a alimentação continua de fluido por esta última válvula comprimirá o ar da câmara acima até o ponto em que a mesmo impulsionará a água ao seu destino final.

Figura 1.



Fonte: Convallis (n.d.).

Figura 2.



Fonte: Borin (n.d.).

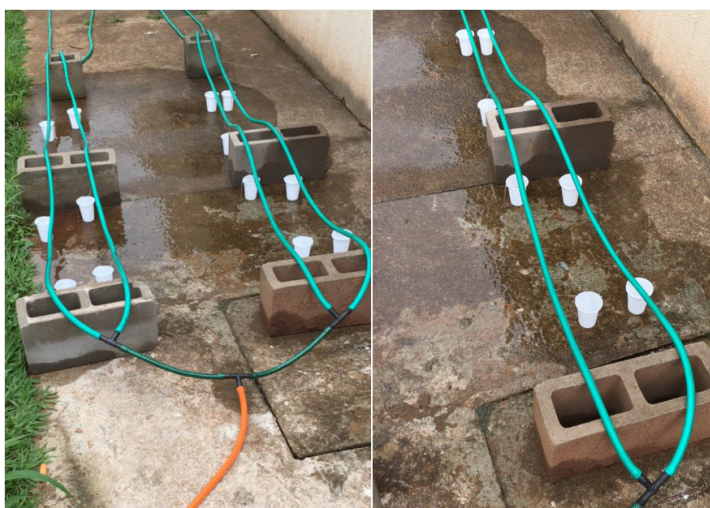
## MATERIAIS E MÉTODOS

O precursor do uso do carneiro hidráulico no Brasil foi o extensionista rural da Epagri de Frei Rogério, Elcio Pedrão, e foi através de seu método de ensino de montagem e instalação que este projeto foi realizado. Para a realização do estudo foi utilizado um reservatório de 50 litros posicionado a 3 diferentes desníveis (1 metro, 1,5 metros e 2 metros) e distância de 12 metros do carneiro, que em seguida

recalcou a água a uma superfície de cerca de 3 metros acima do mesmo. Visto que o objetivo do trabalho foi a análise da uniformidade de distribuição para quatro linhas não foi necessário a utilização de grandes distâncias e grandes desníveis, porém sabe-se que para cada metro de desnível do reservatório ao carneiro propicia um alcance de cerca de 100 metros de distância com até 10 metros de desnível para o recalque, sendo o desnível mínimo requerido para funcionamento de 1 metro e a distância do reservatório ao carneiro recomendada de 18 metros.

O recalque obtido foi distribuído em 4 mangueiras de 10 metros, mas para análise estatística foram utilizados os primeiros 2 metros com 4 furos, um a cada 50 centímetros e com diâmetros de 2 mm, para a coleta de água foram utilizados recipientes com 180ml.

**Figuras 3 e 4. Coletores a cada 50 cm nos 2 primeiros metros de cada linha.**



Após as medições e cálculos de vazão foi realizado um estudo estatístico referente a uniformidade desta distribuição de acordo com as vazões obtidas. Para isso foi utilizada a equação da uniformidade proposta por Bernardo (2006), que segue: , onde  $cv$  = coeficiente de variação da vazão dos emissores,  $q_m$  = vazão mínima do emissor,  $q_a$  = vazão média dos emissores. Após a verificação de sua uniformidade foi necessário ainda a utilização de um programa chamado SISVAR para verificar se as variações entre as vazões eram estatisticamente significativas ou não, através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A construção do equipamento e a sua instalação ocorreram de acordo com o método proposto por Elcio Pedrão (EPAGRI). Os resultados obtidos para a



uniformidade de distribuição (UE) e vazão média para cada teste foram de 40%, 42% e 50% e de , e , para os respectivos desníveis de reservatórios 1m, 1,5m e 2m. Quanto a análise da uniformidade estatística realizada no programa SISVAR pelo método de Tukey, o resultado mostrou que as variações nas vazões obtidas não são estatisticamente significativas, concluindo-se assim que o mesmo possui uma uniformidade de distribuição adequada para a irrigação. Foi realizado também uma análise visual da vazão com furos durante toda a extensão da linha, onde verificou-se que o mesmo teve capacidade para alimentação de uma linha de 10 metros.

**Figuras 5 e 6. Instalação do equipamento e seu funcionamento.**



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, segundo o objetivo proposto pelo trabalho e seus resultados conclui-se que o equipamento de nome carneiro hidráulico atende as características necessárias a um dispositivo para irrigação, devido a sua uniformidade de distribuição, assim como apresenta diversas vantagens em comparação a uma bomba elétrica convencional, dentre elas a facilidade de montagem, manutenção e baixos custos. Além de suas vantagens financeira e de aplicação, o mesmo é um equipamento considerado inovador e sustentável, pela mínima agressão ao meio ambiente e uso de energias alternativas, neste caso a da gravidade.

## REFERÊNCIAS

BERNARDO, Salassier; SOARES, A. Alves; *et al.* 2006. **Manual de irrigação**. Minas Gerais: Editora UFV, 625 p.

BORIN, Felipe. **Como fazer o carneiro hidráulico**. 2015. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/noticia/2015/05/como-fazer-o-carneiro-hidraulico.html>> Acesso em: 14 de maio de 2019.

CONVALLIS. **Carneiro Hidráulico - Reportagem Globo Rural**. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=JYRmSBnNLSw>> Acesso em: 14 de maio de 2019.

EPAGRI – **Empresa de pesquisa agropecuária e extensão rural de Santa Catarina**. Carneiro Hidráulico. Edição: Epagri/GMC. Florianópolis/2015.

EPAGRI, Videos. **Carneiro Hidráulico Epagri - Montagem E Instalação**. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=6sqSbXuB6Nk>> Acesso em: 14 de maio de 2019.

NETTO, J. M. A; Alvarez, G. A. **Manual de Hidráulica**. 9.ed. São Paulo: Blucher, 2018. v.1 p.1724.

SOUZA, S. de; 2011. **Projeto de Máquinas de Fluxo, Tomo I - Base Teórica e experimental**. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 237 p.