



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR PALOTINA

Departamento de Ciências Agrônômicas  
Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas – 85950-000 – Palotina – PR  
Tel.: (44) 3211-1319 – [www.campuspalotina.uf](http://www.campuspalotina.uf)



EDUARDO JOSÉ DA SILVA

AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE RECALQUE DE ÁGUA ALTERNATIVO PARA  
PEQUENAS PROPRIEDADES

PALOTINA

2015

EDUARDO JOSÉ DA SILVA

AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE RECALQUE DE ÁGUA ALTERNATIVO PARA  
PEQUENAS PROPRIEDADES

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito para  
termino do curso de graduação em  
Agronomia, Setor de Palotina da  
Universidade Federal do Paraná.

Orientador (a): Dr. Elisandro Pires Frigo  
Co-orientador (a): Ângelo Gabriel Mari

PALOTINA

2015

TERMO DE APROVAÇÃO

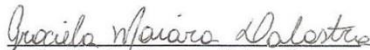
EDUARDO JOSÉ DA SILVA

AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE RECALQUE DE ÁGUA ALTERNATIVO PARA  
PEQUENAS PROPRIEDADES

Trabalho apresentado como requisito à obtenção do grau de engenheiro agrônomo no curso de graduação em agronomia, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Elisandro Pires Frigo  
Orientador - departamento de engenharia e exatas da Universidade Federal, UFPR.  
Prof. Dr. Elisandro Pires Frigo  
Engenharia de Irrigação e Drenagem  
SIAD: 202325  
UFPR - Campus Palotina



Profa. Mestre Graciela Maiara Dalastra  
Departamento de engenharia e exatas  
Da Universidade Federal, UFPR



Prof. Dr. Jonathan Dieter  
Departamento de engenharia e exatas da Universidade Federal, UFPR

PALOTINA  
2015

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao meu orientador o Dr. Elisandro Pires Frigo, pelo empenho dedicado à elaboração deste *trabalho*.

*E ao meu co-orientador o professor Ângelo Gabriel Mari pelo paciente trabalho de revisão da redação.*

Ao senhor Geraldo Marco Hachmann por disponibilizar a propriedade para instalação do equipamento.

Agradeço a minha mãe, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu pai que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu e que para mim foi muito importante.

Meus *agradecimentos* aos amigos, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## RESUMO

Este trabalho busca encontrar formas mais econômicas e com menos impacto ambiental para o recalque de água, para isso foi testado uma bomba alternativa de elevação de água, que pode ser utilizado em inúmeras atividades nas propriedades rurais. O objetivo deste trabalho foi avaliar uma bomba de água alternativa para pequenas propriedades, que utiliza na sua construção peças de PVC, mola, parafuso e garrafa PET, e para seu funcionamento utiliza o golpe de aríete, pressão e força da gravidade. Água entrará no carneiro hidráulico por força da gravidade, e através do golpe de aríete chegara até a garrafa PET, onde a pressão do ar dentro da garrafa irá impulsionar a água para o local desejado. A avaliação técnica foi comparativa, levando em consideração a capacidade de recalcar água de dois sistemas, sendo eles o carneiro hidráulico de baixo custo e a roda d'água ZM 51 que o produtor já possuía, a avaliação econômica levou em consideração o custo/benefício envolvido nos dois sistemas. Observou-se que devido as necessidades de volume de água a ser recalcada ser baixa e as condições de alimentação ser limitada, o carneiro hidráulico apresentou custo menor e eficiência superior, devido isso para a propriedade em questão deveria ser utilizado o carneiro hidráulico alternativo.

**Palavras-chave:** Carneiro hidráulico, Garrafa PET, Golpe de aríete.

## ABSTRACT

This research search to find ways more economics and with any less environmental impact to the repression of water, for this was tested a alternative pump of water lifting, that can to be used countless activities in farms. In this research was valued a water pump for small estates, that used in its construction PVC parts, spring, screw and PET bottle, and for its operation uses water hammer, pressure and gravity force. The water will get in hydraulic ram by gravity force and through of the water hammer it will arrive until the PET bottle, in which the air pressure into the bottle it will be boosting the water to the desired location. The technical evaluation was comparative, taking into account the capacity to repress water of two systems, the cheap hydraulic ram and the water wheel ZM 51 that the producer already owned, the economic evaluation taking into account the cost-benefit involved in the both systems. It was observed that according with water volume to be repressed is decrease and the feeds conditions are limited, the hydraulic ram is cheaper and greater efficiency. Due to this that estate should used the alternative hydraulic ram.

**Keys-word:** Hydraulic ram, PET bottle, Water hammer.

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1- ORÇAMENTOS DAS PEÇAS DO CARNEIRO HIDRÁULICO

ANEXO 2- ORÇAMENTO DA RODA D'ÁGUA

ANEXO 3- CATÁLOGO DE EFICIENCIA DA RODA D'ÁGUA

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1- PEÇAS DO CARNEIRO HIDRÁULICO..... | 13 |
|---|----|



## LISTA DE TABELAS

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| TABELA 1 - LISTA DE PEÇAS.....       | 12 |
| TABELA 2 - PREÇOS DOS MATERIAIS..... | 16 |
| TABELA 3 - PREÇO DA RODA D'ÁGUA..... | 17 |

## SUMÁRIO

|          |   |    |
|----------|---|----|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                 | 9  |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b> .....                  | 11 |
| 2.1      | OBJETIVO GERAL .....                    | 11 |
| 2.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....             | 11 |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA</b> .....                | 12 |
| 3.1      | CONSTRUÇÃO DO CARNEIRO HIDRÁULICO ..... | 13 |
| 3.2      | TESTES DO CARNEIRO HIDRÁULICO .....     | 14 |
| 3.3      | INSTALAÇÃO À CAMPO .....                | 14 |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS</b> .....                 | 16 |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÃO</b> .....                  | 19 |
| <b>6</b> | <b>REFERÊNCIAS</b> .....                | 20 |

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos foi possível observar a constante evolução tecnológica das grandes propriedades agrícolas, no entanto essa evolução acaba tornando-se inviável para pequenas propriedades devido aos seus altos custos, com base nisso, pequenos produtores estão sempre à procura de alternativas que tenham baixos custos e uma eficiência considerável.

Geralmente em pequenas propriedades é indiscutível a necessidade de uma bomba d'água, pois inúmeras atividades necessitam de água, como dessedentação de animais, irrigação de hortas e lavoura, lavagem de equipamentos e abastecimento de açudes, de forma geral, a localização das fontes de água nas propriedades rurais é topograficamente desfavorável, o que exige algum tipo de equipamento para recalque.

De acordo com o site da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), John Whitehurst em 1772 inventou a bomba carneiro, não obstante, era necessário um operador para seu funcionamento. Alguns anos depois foi automatizada pelos irmãos franceses MONTGOLFIER.

Segundo o Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH, 2005) o escoamento da água através de uma tubulação apenas por gravidade gera uma força através da velocidade adquirida, quando o fluxo de água é interrompido acarreta um golpe, esse fenômeno é denominado “golpe de aríete”.

Segundo CREDER (1990), o golpe de aríete seria qualquer o bloqueio repentino do movimento de um líquido que escoava por uma tubulação, causando assim uma grande variação de pressão, sendo esta capaz de romper as paredes da tubulação.

A água chega até o carneiro hidráulico através da força da gravidade, ao entrar no carneiro chega até a válvula de poço modificada, que através da força da água e resistência da mola irá ocasionar o chamado “golpe de aríete”, o golpe irá forçar a água a retornar, o impacto entre a água entrando e a água retornando irá forçar a água para cima fazendo a mesma passar pela válvula de retenção que permite apenas a entrada de água, com o fluxo continuo a mesma chega até a garrafa PET, a garrafa começa a encher e como a garrafa possui ar em

seu interior após uma certa quantidade de água o ar começa a fazer pressão contrária sobre a água, com o fluxo contínuo de água entrando e o ar fazendo pressão sobre a mesma, ela acaba sendo forçada a sair pela mangueira, levando-a assim até grandes alturas. Isso ocorre sem nenhum tipo de impacto ao ambiente, sem uso de energia elétrica e por um custo muito baixo, além de diminuir o trabalho humano e trabalhar de forma eficiente (CERPCH, 2005).

De acordo com HORNE & NEWMAN (2005), o carneiro hidráulico apresenta algumas vantagens, sendo elas a não necessidade de aporte externo de energia, a manutenção ser de baixo custo, a operação simples, sendo desnecessária a mão-de-obra qualificada, o custo de aquisição e/ou montagem relativamente baixos e a possibilidade de uso durante 24 h por dia recalçando água sem poluir o ambiente. Como desvantagens pode-se falar da eficiência que é determinada pelas condições locais, há necessidade de queda d'água e utilização de água limpa, possui perdas na água recalçada além de produzir barulho constante (ABATE & BOTREL, 2002 e CARVALHO, 1998).

Por ter um custo de implantação baixo, o carneiro hidráulico alternativo (feito com tubos e conexões em PVC) tornou-se uma ótima opção para pequenas propriedades, pois seu funcionamento é capaz de bombear uma quantidade considerável de água em pouco tempo, sem contar que é de fácil construção e implantação a campo (ABATE & BOTREL, 2002).

O objetivo do trabalho é avaliar a eficiência e a relação custo/benefício de um sistema de recalque água alternativo para pequenas propriedades em comparação com uma roda d'água.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência e a relação custo/benefício de um sistema de recalque água alternativo para pequenas propriedades em comparação com uma roda d'água.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir um carneiro hidráulico em uma pequena propriedade rural;
- Avaliar a eficiência do carneiro hidráulico, comparando com roda d'água;
- Avaliar a relação custo/benefício do carneiro hidráulico, comparando com uma roda d'água.

### 3 METODOLOGIA

O equipamento foi instalado em uma pequena propriedade localizada no município de Palotina, na área rural da vila São Camilo.

A propriedade possui uma nascente de água do lençol freático e utiliza de um equipamento de recalque de água, mais precisamente uma roda d'água com 2 pistão e seu modelo é ZM- 51 maxxi, para bombear água para o açude e dessedentação dos animais.

Para determinar a distância e o desnível do açude até o local de instalação do carneiro hidráulico, foi utilizado um teodolito, que foi emprestado da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Para a construção do equipamento foi necessário a compra de algumas peças e tubulações em PVC, para analisar o custo de implantação, realizou-se cotações com diferentes fornecedores localizados no município de implantação do projeto, as peças necessárias e compradas estão descritas a seguir (TABELA 1).

TABELA 1 – LISTA DE PEÇAS

| QUANTIDADE | PEÇAS  | NUMERAÇÃO PARA A FIGURA 1 |
|------------|--|---------------------------|
| 1          | Válvula de poço modificada $\frac{3}{4}$                 | 1                         |
| 2          | Nipel com rosca $\frac{3}{4}$                            | 2 e 8                     |
| 2          | Bucha de redução com rosca 1"x $\frac{3}{4}$             | 3 e 7                     |
| 1          | Te com rosca 1"  | 4                         |
| 2          | Nipel com rosca 1"                                       | 5 e 12                    |
| 1          | Válvula de retenção 1"                                   | 6                         |
| 1          | Bucha de redução com rosca $\frac{3}{4}$ x $\frac{1}{2}$ | 9                         |
| 1          | Adaptador de mangueira $\frac{1}{2}$                     | 10                        |
| 1          | Te com rosca $\frac{3}{4}$                               | 11                        |
| 1          | Garra pet de 2 litros                                    | 13                        |
| 10 METROS  | Mangueira preta 1"                                       |                           |
| 80 METROS  | Mangueira preta $\frac{1}{2}$                            |                           |

A tabela 1 apresenta as quantidades e as peças que foram necessárias para a construção do carneiro hidráulico, e também a respectiva numeração que servirá de identificação para a FIGURA 1.

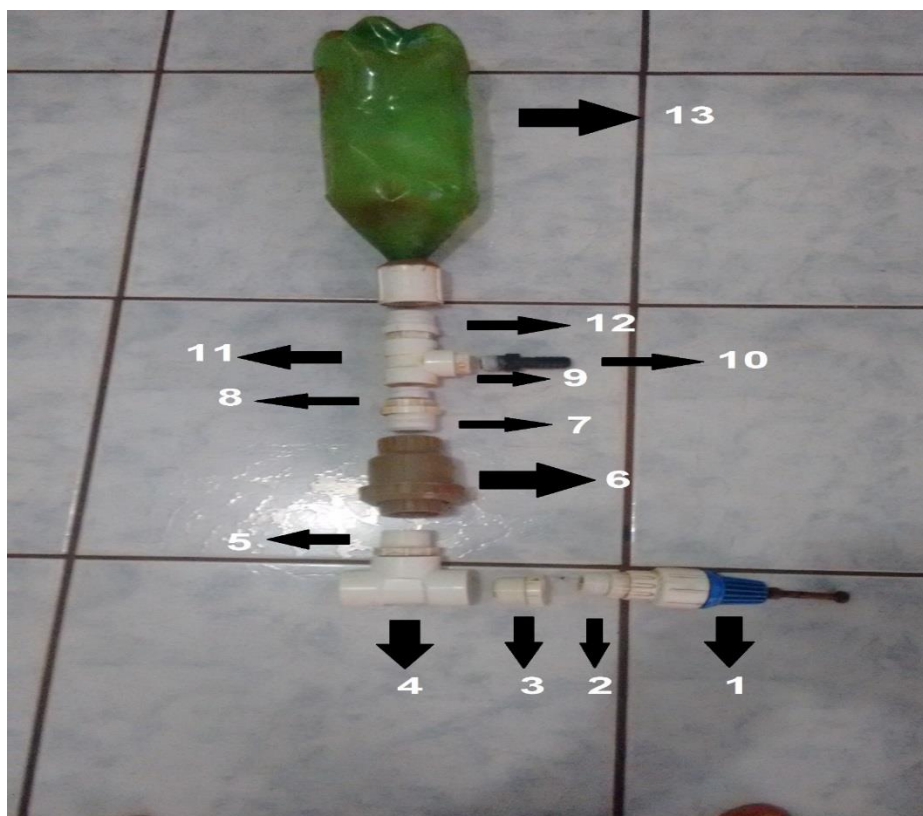
### 3.1 CONSTRUÇÃO DO CARNEIRO HIDRÁULICO

A construção do carneiro hidráulico consiste nas junções de várias peças interligadas, todas as peças foram vedadas com veda rosca para evitar vazamentos.

Para a construção foi necessário a modificação da válvula de poço, esse procedimento foi feito com a abertura da parte superior da válvula, com espaçamento para encaixe de um parafuso que será controlado com 3 porcas, após feito esse procedimento a mola que irá proporcionar o golpe de aríete foi posicionada dentro da válvula envolvendo o parafuso, assim o parafuso tem a função de tencionar ou afrouxar a mola.

Na FIGURA 1 a seguir está representado o processo de montagem do carneiro hidráulico.

FIGURA 1- PEÇAS DO CARNEIRO HIDRÁULICO.



1-válvula de poço modificada  $\frac{3}{4}$ "; 2 e 8 - nipel com rosca  $\frac{3}{4}$ "; 3 e 7- bucha de redução com rosca  $1" \times \frac{3}{4}$ "; 4- te com rosca  $1"$ ; 5 e 12- nipel com rosca  $1"$ ; 6- válvula de retenção  $1"$ ; 9- bucha de redução com rosca  $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$ ; 10- adaptador de mangueira  $\frac{1}{2}$ ; 11- te com rosca  $\frac{3}{4}$ ; 13- garra PET de 2 litros.

### 3.2 TESTES DO CARNEIRO HIDRÁULICO

Ao fim da construção foi realizado o teste para observar se o funcionamento do carneiro hidráulico está adequado e regulado, este teste consiste em conectar uma mangueira no carneiro, e na saída do carneiro conectar uma mangueira e elevar essa última a uma altura 3 vezes mais alta que a alimentação do carneiro. Após isso, a primeira mangueira deve estar ligada a uma caixa de água, com uma altura de aproximadamente 2m para que a água chegue ao carneiro hidráulico por força da gravidade. Após os procedimentos, o carneiro deverá começar a funcionar e a água deve começar a escoar pela segunda mangueira.

### 3.3 INSTALAÇÃO À CAMPO

Após a construção e a realização do teste no carneiro hidráulico, o mesmo foi instalado a campo, na propriedade escolhida para instalação foi construído um suporte para que o carneiro permaneça na posição vertical, esse suporte foi feito de madeira, com amarrações de arame, foram compradas mangueiras para a alimentação do carneiro e também para transportar a água que estiver sendo bombeada para o local desejado. Para que a mangueira de transporte não sofresse deterioração por fatores climáticos a mesma foi conduzida sob a água que se encontrava dentro de uma valeta que percorre praticamente toda a extensão, do carneiro até o açude.

Seguindo o que disse GIRARD e GIORDANI (2008) para descobrir o comprimento do tubo de alimentação foi necessário fazer o cálculo através da fórmula:

$$L = \left\{ \frac{H}{h} \times 0,3 \right\} + H$$

Onde:

L= comprimento do tubo de alimentação (m);

H= altura a ser recalçada (m);

h= altura (desnível) da alimentação até o carneiro (m).

Para o posicionamento do tubo de alimentação foi escavado uma parte da barragem que foi feita com solo e pedras, para que assim a mangueira pudesse transportar a água não sofrer com deterioração.



Para a determinação da vazão do carneiro hidráulico e da roda d'água utilizou-se um recipiente de volume conhecido e um cronômetro, para maior precisão o procedimento de determinação da vazão foi repetido 3 vezes, esses valores de vazão são necessários para determinação de eficiência do carneiro, e para determinar se os valores encontrados para a roda d'água correspondem com as informações de vazão fornecidas pelo fabricante, o que foi comprovado através do anexo 3. Além disso foi utilizado os custos de ambos equipamentos para comparar a eficiência entre eles, podendo assim obter uma relação custo/benefício.

Os valores de vazão são encontrados em  $L.s^{-1}$  e para melhor identificação dos valores, transformou-se os mesmos em  $L.h^{-1}$ , essa transformação foi feita através de um cálculo simples sendo que sabemos que uma hora possui 3600 segundos.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O local onde foi instalado o carneiro hidráulico já possuía uma barragem de elevação do nível da água, pois, a propriedade já utilizava a mesma para bombear água através de uma roda d'água.

Como a altura a ser recalçada na propriedade é de 5,18m e o desnível da água até o carneiro é de 1,81m, foi possível descobrir através da fórmula citada na página 14 que o comprimento do tubo de alimentação deveria ser com um acréscimo de segurança no mínimo de 6,5m.

O tubo de alimentação é de 1" e seu comprimento é de aproximadamente 6,5m com uma queda da barragem até o carneiro de 1,81m, a distância do carneiro até a o local onde a água seria bombeada é de 72,7m com uma elevação de 5,18m.

Feito todos os procedimentos de instalação a campo, foi observado se o funcionamento estava ocorrendo da forma desejada, foi possível calcular o quanto foi gasto para construção e implantação do mesmo (TABELA 2). Ao obter esse resultado juntamente com a vazão que foi calculada é possível identificar se a relação custo/benefício do equipamento e compensatório quando comparado a uma bomba com roda d'água comprada.

TABELA 2 – PREÇOS DOS MATERIAIS

| MATERIAIS                     | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO | SUB-TOTAL  |
|-------------------------------|------------|----------------|------------|
| Adaptador de mangueira ½      | 1          | R\$ 1,21       | R\$ 1,21   |
| Bucha redução com rosca ¾x ½  | 1          | R\$ 1,37       | R\$ 1,37   |
| Bucha redução com rosca 1"x ¾ | 2          | R\$ 3,15       | R\$ 6,30   |
| Mola da válvula de descarga   | 1          | R\$ 9,90       | R\$ 9,90   |
| Fita veda rosca 12x25m        | 1          | R\$ 5,02       | R\$ 5,02   |
| Nipel com rosca 1"            | 2          | R\$ 2,71       | R\$ 5,42   |
| Nipel com rosca ¾             | 2          | R\$ 1,67       | R\$ 3,34   |
| Te com rosca 1"               | 1          | R\$ 10,87      | R\$ 10,87  |
| Te com rosca ¾                | 1          | R\$ 4,08       | R\$ 4,08   |
| Válvula de retenção 1"        | 1          | R\$ 38,02      | R\$ 38,02  |
| Válvula de poço ¾             | 1          | R\$ 33,72      | R\$ 33,72  |
| Mangueira preta ½             | 80 metros  | R\$ 1,34       | R\$ 107,20 |
| Mangueira preta 1"            | 10 metros  | R\$ 4,06       | R\$ 40,60  |
| <b>TOTAL</b>                  |            |                | R\$ 267,05 |

Os custos citados na tabela, são a média entre os dois orçamentos feitos nas únicas lojas que possuíam todas as peças necessárias para construção do equipamento, sendo assim com a soma dos valores médios os custos totais seriam R\$ 267,05, os valores e orçamentos citados seguem em anexo.

Os custos de instalação e montagem do equipamento não foram incluídos devido os mesmos não necessitar de mão-de-obra especializada, podendo assim ser realizado pelo proprietário da propriedade.

Geralmente em bombas que utilizam o golpe de aríete para recalque da água, é comum alguns danos causados por cavitação que nada mais é do que as bolhas formadas pela variação de pressão repentina da água, quando essas bolhas estouram podem causar danos a tubulação, esse fenômeno é chamado de cavitação, no caso do carneiro hidráulico alternativo, os danos causados pela cavitação são praticamente imperceptíveis, devido a isso os mesmos são desconsiderados.

Após a instalação do carneiro na propriedade foi possível determinar a vazão de água do carneiro hidráulico e da roda d'água para assim identificarmos a relação custo/benéfico. A roda d'água está recalcando 2 litros de água em 39,5 segundos, isso transformado em  $L.h^{-1}$  é igual a 182,28  $L.h^{-1}$ . O carneiro hidráulico está recalcando 2 litros de água em 175 segundos, transformando para  $L.h^{-1}$  o resultado foi igual a 41,14  $L.h^{-1}$ . Com as condições e altura da barragem disponível tanto o carneiro como a roda d'água estavam em seu funcionamento máximo, sendo assim esses valores não iriam variar para cima.

As informações sobre custos do modelo da roda d'água da propriedade foram obtidas através do orçamento feito na mesma empresa que o produtor comprou o produto, os custos são apresentados na TABELA 3.

TABELA 3 – PREÇO DA RODA D'ÁGUA.

| MATERIAIS            | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO | SUB TOTAL    |
|----------------------|------------|----------------|--------------|
| RODA D'ÁGUA ZM-51    | 1          | R\$ 4.090,06   | R\$ 4.090,06 |
| MANGUEIRA PRETA 1/2" | 160 m      | R\$ 1,34       | R\$ 214,40   |
| TOTAL                |            |                | R\$ 4.304,46 |

Para obtenção do custo da roda d'água foi pesquisado com o produtor o local da compra do equipamento, de acordo com as informações repassadas pelo mesmo foi possível ir até o local de compra e fazer um orçamento do equipamento, e o valor da mangueira que foi utilizada está de acordo com valores citados na tabela 1, sendo assim desconsiderando valores gastos com mão-de-obra o preço total foi de 4.304,46 reais, o orçamento citado encontra-se em anexo.

Desta forma com o custo de uma roda d'água apresentado na TABELA 3 e com o custo de carneiro hidráulico apresentado na TABELA 2 torna-se possível calcular a relação custo/benefício dos equipamentos e determinar qual dos equipamentos seria mais vantajoso para o proprietário.

Com os custos dos equipamentos e através de um cálculo simples e possível observar que com o preço pago na roda d'água é possível construir e instalar aproximadamente 16 carneiros hidráulicos alternativos e sendo assim, esse número seria capaz de recalcar  $658,24 \text{ L.h}^{-1}$  de água para o açude, a roda d'água do modelo em questão de acordo com o catálogo em anexo apresenta potencial para trabalhar com maiores vazões, desde que o desnível seja maior. No caso da propriedade em questão, a topografia permitiu apenas a vazão de  $182,28 \text{ L.h}^{-1}$  o que demonstra a necessidade de se projetar sistemas de recalque.

Considerando que a quantidade de água que está sendo recalçada através da roda d'água que é de  $182,28 \text{ L.h}^{-1}$ , está suprimindo as necessidades da propriedade, é possível determinar que essa mesma quantidade de água seria movimentada por 5 carneiros hidráulicos alternativos, obtendo assim um custo de 1.335,25 reais, o que resultaria em uma economia para o proprietário de 2.969,21 reais.

Nas condições ideais onde a roda d'água trabalha com 50 RPM (rotações por minuto) o total recalcado seria de  $925 \text{ L.h}^{-1}$ , sendo assim, nestas condições seria inviável a instalação do carneiro hidráulico alternativo, pois com o mesmo investimento seria recalcado apenas  $658,24 \text{ L.h}^{-1}$ ., não obstante, com as condições de trabalho das bombas disponíveis na propriedade entende-se que seria mais vantajoso ao proprietário a instalação de 5 carneiros hidráulicos alternativos, pois a quantidade de água recalçada seria o mesmo, porém o investimento seria menor.

## 5 CONCLUSÃO

O carneiro hidráulico custou R\$267,05 e recalcou 41,14 L.h<sup>-1</sup>. A roda d'água custou R\$4.304,46 e recalcou 182,28 L.h<sup>-1</sup>. Desta forma o carneiro é capaz de atender as necessidades da propriedade rural, substituindo a roda d'água, por um valor aproximadamente 3,2 vezes menor.

É possível instalar e utilizar bombas alternativas em pequenas propriedades, sendo que estas possuem uma eficiência alta, além disso ainda podem diminuir os custos do proprietário quando comparada com outros sistemas de recalque, levando em consideração a necessidade de volume de água e as condições disponíveis na propriedade.

Quando o equipamento foi comparado a outro sistema de recalque, demonstrou superioridade na relação custo/benefício.

## 6 REFERÊNCIAS

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, 1997. Ano 13, n.144. p.29, 30 e 31

CARARO, D. C.; DAMASCENO, FLAVIO A.; GRIFFANTE, G.; ALVARENGA, LÍVIA A. **Características construtivas de um carneiro hidráulico com materiais alternativos**. Agriambi, Campina Grande, v. 11, n.4, p.349-354, 2007.

CARVALHO, J. A. **Aproveitamento de energia hidráulica para acionamento de roda d'água e carneiro hidráulico**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 1998. 98p.

CERPCH – **Centro Nacional de Referência em Pequenos Centros Hidroenergéticos**. <http://www.cerpch.unifei.edu.br/menu/01/carneiro.htm> – 22 Nov. 2005. Acessado em 10/05/2015

CREDER, Hélio; **Instalações hidráulicas e sanitárias**. São Paulo: Livro Técnico e Científico Editora, 1990.

EPAGRI - **Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina**- disponível em: <  
[http://estatico.redeglobo.globo.com/2013/06/18/folder\\_carneiro\\_hidraulico](http://estatico.redeglobo.globo.com/2013/06/18/folder_carneiro_hidraulico)> 18 jun. 2013. Acessado em 29/04/2015

GIRARDI, L.; GIORDANI, R. J. **implantação do carneiro hidráulico nas propriedades dos alunos da escola estadual técnica agrícola Guaporé**. 2008. p. 36.

HORNE, B.; NEWMAN, C. Hydraulic ram. The centre for alternative technology.<http://www.cat.org.uk/information/tipsheets/hydrum.html>. acessado em 15/08/2015.

LAREDO, G. **Revista Globo Rural**. São Paulo: Globo, 2007. Ano 22, n.258. p.102.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de Água**, 2ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

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

BELLA CASA  
AV PRES. CASTELO BRANCO, 1219  
TERRA ROXA-PR - Fone: (44)3645-3430

Horas: 15:40

Romaneio: 121049 Emissao: 17/10/2014 Entrega: Sim Tipo: **Venda Normal**  
 Cliente: **004211 EDUARDO JOSE DA SILVA** Fone: (44)9996-3857  
 CPF: 088.262.809-75 Rg: 98316574  
 Endereço: RUA AZAURI GUEDES PEREIRA, 1544 Bairro: CENTRO  
 Cidade: 006777-TERRA ROXA-PR CEP: 85.990-000  
 Vendedor: 000003 ADRIANO FERNANDO DA SILVA Condição: 001 A VISTA

| Código/Descrição Produto                  | Marca | Unidade | Quantidade | Unitário | % Desc. | % Vir c/Desc. | Total         |       |
|---|-------|---------|------------|----------|---------|---------------|---------------|-------|
| 021113 NYFT INTER NYNG 1/2 TIGRE          | TIGRE | UN      | 1,00       | 1,30     | 0,00%   | 0,00          | 1,30          |       |
| 000383 BUCHA RED ROSE 3/4X1/2             | IRONA | UN      | 1,00       | 1,00     | 0,00%   | 0,00          | 1,00          |       |
| 000294 BUCHA RED ROSE 1" X3/4             | IRONA | UN      | 2,00       | 2,50     | 0,00%   | 0,00          | 5,00          |       |
| 022040 DOCL KIT MOLA/CHAVE VALV DESC 11/2 | DOCL  | UN      | 1,00       | 9,90     | 0,00%   | 0,00          | 9,90          |       |
| 021642 FITA VEDA ROEDA 12X2M              |       | UN      | 1,00       | 4,50     | 0,00%   | 0,00          | 4,50          |       |
| 000294 NIPEL ROSE 1 BRANCA                | IRONA | UN      | 2,00       | 1,40     | 0,00%   | 0,00          | 2,80          |       |
| 000293 NIPEL ROSE 3/4 BRANCA              | IRONA | UN      | 2,00       | 1,00     | 0,00%   | 0,00          | 2,00          |       |
| 021383 TE ROSDAVEL 1" BRANCA              | IRONA | UN      | 1,00       | 7,50     | 0,00%   | 0,00          | 7,50          |       |
| 001915 TE ROSDAVEL 3/4 BRANCA             | IRONA | UN      | 1,00       | 1,85     | 0,00%   | 0,00          | 1,85          |       |
| 023190 VALVULA RETOAO 1" TIGRE            | TIGRE | UN      | 1,00       | 25,50    | 0,00%   | 0,00          | 25,50         |       |
| 001891 VALVULA SUCCO PLAST 3/4 IRONA      | IRONA | UN      | 1,00       | 16,90    | 0,00%   | 0,00          | 16,90         |       |
| 14,000                                    |       |         |            |          |         |               | Total:        | 78,25 |
|   |       |         |            |          |         |               | (+)Acrescimo: | 0,00  |
|   |       |         |            |          |         |               | (-)Desconto:  | 3,25  |
|   |       |         |            |          |         |               | Total Geral:  | 75,00 |

Entradas: 75,00 Dinheiro

BELLA CASA  
AV PRES. CASTELO BRANCO, 1219  
TERRA ROXA-PR - Fone: (44)3645-3430

Horas: 15:17

Romaneio: 136456 Emissao: 26/1/2015-15:17 Entr.: Sim Tipo: **Venda Normal**  
 Cliente: **004211 EDUARDO JOSE DA SILVA** Fone: (44)9996-3857  
 CPF: 088.262.809-75 Rg: 98316574  
 Endereço: RUA AZAURI GUEDES PEREIRA, 1544 Bairro: CENTRO  
 Cidade: 006777-TERRA ROXA-PR CEP: 85.990-000  
 Vendedor: 000092 SIDINEI FONSECA STOLARIC Condição: 001 A VISTA

| Código Descrição          | Un | Quantidade | Unitario | Total |
|---------------------------|----|------------|----------|-------|
| 001254 MANG PRETA 1/2X2,0 | MT | 80,000     | 0,92     | 73,6  |
| 001858 MANG PRETA 1" X3,0 | MT | 10,000     | 2,19     | 21,9  |
| 90,000 Total:             |    |            |          | 95,5  |
| 0,00% (+)Acrescimo:       |    |            |          | 0,0   |
| 8,90% (-)Desconto:        |    |            |          | 8,0   |
| Total Geral:              |    |            |          | 87,5  |

Entradas: 87,00 Dinheiro

Sr. CLIENTES FAVOR CONFERIR A MERCADORIA NO ATO DA ENTREGA. NAO ACEITAMOS RECLAMAÇÕES FUTURAS!!!

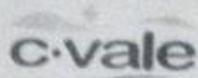
173,75 - 100  
162,00 - X

Assinatura  
 95,50  
 75 96200 173  
 78,25 87 93  
 173,75 162

FABRÍCIO

| RENTAS |                   | VALOR    | DATA       |
|--------|-------------------|----------|------------|
| 10/01  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/01/2023 |
| 10/02  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/02/2023 |
| 10/03  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/03/2023 |
| 10/04  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/04/2023 |
| 10/05  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/05/2023 |
| 10/06  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/06/2023 |
| 10/07  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/07/2023 |
| 10/08  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/08/2023 |
| 10/09  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/09/2023 |
| 10/10  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/10/2023 |
| 10/11  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/11/2023 |
| 10/12  | RENTA DE ALUGUELO | 1000,00  | 10/12/2023 |
| TOTAL  |                   | 12000,00 |            |





PALOTINA  
AVENIDA INDEPENDENCIA 2347  
CENTRO  
85950000 PALOTINA - PR  
BRASIL

## Cotação

### Informações do Cliente

Sr.  
HENRIQUE PICCIN  
LINHA ESQUINA PROGRESSO S/N  
Esquina Progresso  
85950000 Palotina - PR  
Brasil

### Informação

Número do documento 400000855  
Data do documento 06.11.2015  
Número do cliente 100102135  
Nº ID fiscal 2 06930126926  
Início da data de validade 06.11.2015  
Fim da data de validade 20.11.2015  
Telefone +55 (30) 41092-0  
Fax +55 (30) 41092-111  
email info@predefined.br

Página 1 de 1

### Recebedor da mercadoria

ESQUINA PROGRESSO  
ESQUINA PROGRESSO S/N  
85950000 Palotina - PR  
Brasil

### Cabeçalho

|                     |                             |              |          |
|---------------------|-----------------------------|--------------|----------|
| Número do pedido    |                             | Data pedido  |          |
| Peso bruto          | 3,000 KG                    | Peso líquido | 3,000 KG |
| Data da remessa     | 06.11.2015                  |              |          |
| Condições pgto :    | Dentro 20 dias sem desconto |              |          |
| Condições remessa : | FOB (Franco a bordo)PROPRIO |              |          |

| Item                   | Material/descrição                            | quantidade | Preço unitário | Montante            |
|------------------------|---|------------|----------------|---------------------|
| 10                     | 530716<br>BOMBA HIDRAULICA ZM 51 MAXXI S/RODA | 1 UN       | 2.883,9200     | 2.883,9200          |
| 20                     | 531090<br>RODA D'AGUA ZM SEM BOMBA 1,40X18    | 1 UN       | 985,3600       | 985,3600            |
| 30                     | 530758<br>CAVALETE PARA BOMBA ZM 38/51/63     | 1 UN       | 220,7800       | 220,7800            |
| <b>Montante Final:</b> |   |            |                | <b>4.090,06 BRL</b> |

Assinatura

Data

06-11-15

# BOMBAS ZM COM RODA D'ÁGUA

## ÁGUA DE GRAÇA PELA FORÇA DA ÁGUA

**OPORTUNIDADES**  
- Instalação de bombas ZM em locais com queda d'água natural  
- Instalação de bombas ZM em locais com queda d'água artificial  
- Instalação de bombas ZM em locais com queda d'água natural



**PRINCIPAIS APLICAÇÕES**

- FEDERAL
- SINDICATO
- INDUSTRIAL
- FEDERAL
- FEDERAL

ENTRE EM CONTATO COM A ZM

028.0200 [www.zmbombas.com](http://www.zmbombas.com)  
[www.zmbombas.com](http://www.zmbombas.com)





## VOCÊ PODE INSTALAR UMA BOMBA COM RODA?

1º  
passo

Qual o consumo de água em 24 horas?

2º  
passo

Qual a distância estimada de bombeamento?

3º  
passo

Qual a altura estimada de bombeamento?

4º  
passo

Qual o volume de água estimada para acionar a roda?

| VAZÃO<br>litros por<br>segundo | VAZÃO<br>poligotas<br>estimada |
|--------------------------------|--------------------------------|
| até 3                          | 2"                             |
| 3 a 4                          | 3"                             |
| 4 a 8                          | 4"                             |
| 8 a 15                         | 6"                             |
| 15 a 30                        | 8"                             |
| 30 a 50                        | 10"                            |
| 50 a 70                        | 12"                            |

5º  
passo

Qual a queda estimada para instalar a roda?

As bombas são acionadas por rodas d'água de 1 metro a 2 metros de altura, com larguras de 15 a 35 cm de acordo com o modelo escolhido. A queda/desnível deve ser superior à estas medidas. E, pode ser acionado em distâncias maiores. Ou seja, 2 metros de queda em 50 ou 60 metros de distância. Não é necessário ter queda livre.

### TABELA DE PRODUÇÃO DE TODA LINHA DE BOMBAS, CONSIDERANDO CURSO NORMAL DE TRABALHO:

#### ZM 1P Maxi - A mais leve do mercado

| Curso  | 20 RPM | 30 RPM | 40 RPM | 50 RPM | ALTURA    |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| Normal | 1.500  | 2.250  | 3.000  | 3.740  | 150 m.c.a |

Altura de recalque: até 190 m.c.a • Tudo de Ent./Saída: 3/4"

#### ZM 44 Maxi - A melhor relação custo benefício

| Curso  | 20 RPM | 30 RPM | 40 RPM | 50 RPM | ALTURA    |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| Normal | 4.300  | 6.400  | 8.600  | 10.800 | 150 m.c.a |

Altura de recalque: até 190 m.c.a • Tudo de Ent./Saída: 3/4"

#### ZM 63 Maxi - Muita vazão com baixo custo

| Curso  | 20 RPM | 30 RPM | 40 RPM | 50 RPM | ALTURA    |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| Normal | 14.500 | 21.800 | 29.100 | 36.400 | 110 m.c.a |

Altura de recalque: até 150 m.c.a • Tudo de Ent./Saída: 1"

#### ZM 76 Maxi - Grande vazão em alturas elevadas

| Curso  | 20 RPM | 30 RPM | 40 RPM | 50 RPM | ALTURA    |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| Normal | 27.500 | 41.300 | 55.000 | 68.700 | 150 m.c.a |

Altura de recalque: até 200 m.c.a • Tudo de Ent./Saída: 1 1/2"

#### ZM 38 Maxi - Maior altura de bombeamento

| Curso  | 20 RPM | 30 RPM | 40 RPM | 50 RPM | ALTURA    |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| Normal | 5.250  | 7.800  | 10.500 | 13.000 | 220 m.c.a |

Altura de recalque: até 200 m.c.a • Tudo de Ent./Saída: 1"

#### ZM 51 Maxi - Top de Mercado/Líder em Vendas

| Curso  | 20 RPM | 30 RPM | 40 RPM | 50 RPM | ALTURA    |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| Normal | 9.000  | 13.300 | 18.000 | 22.200 | 160 m.c.a |

Altura de recalque: até 200 m.c.a • Tudo de Ent./Saída: 1"

#### ZM 95 Maxi - Maior vazão do mercado

| Curso  | 20 RPM | 30 RPM | 40 RPM | 50 RPM  | ALTURA    |
|--------|--------|--------|--------|---------|-----------|
| Normal | 42.800 | 64.200 | 85.600 | 107.000 | 100 m.c.a |

Altura de recalque: até 130 m.c.a • Tudo de Ent./Saída: 1 1/2"

Em casos onde o cliente necessita de maiores volumes de água, consulte outras opções de bombas com o departamento técnico da ZM Bombas.

...DAS? ENTRE EM CONTATO COM A ZM.

**3028.0200** [ventas@zmbombas.com](mailto:ventas@zmbombas.com)  
[www.zmbombas.com](http://www.zmbombas.com)

REVENDEDORES

em todo o Brasil

**ZM**  
BOMBAS