

# CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM CARNEIRO HIDRÁULICO EM DUAS PROPRIEDADES RURAIS

Indiamara Sarturi <sup>1</sup>

Carlos Maurício Dagostini <sup>2</sup>

## Resumo

Este trabalho foi realizado em duas propriedades definidas como local A e B, tendo como principal objetivo verificar e comparar a produtividade das vazões de um carneiro hidráulico para os dois locais. Por meio de pesquisas bibliográficas foi adquirido o embasamento teórico, o qual possibilitou o desenvolvimento do trabalho. A disponibilidade de água doce em zonas rurais estimulou a pesquisa e o desenvolvimento da tecnologia social para aperfeiçoar o consumo de água na agricultura. O trabalho também pôde dar ênfase aos aspectos hidráulicos, como a relação queda de água, altura de elevação no bombeamento e outros aspectos físicos no recalque (altura manométrica, vazão). Contou-se também com o apoio do TSGA na retomada dessa tecnologia que já foi muito importante em nossa região, pois mesmo com a chegada da eletricidade no meio rural continua tendo sua utilização. Procedeu-se o desenvolvimento do estudo que viabilizou o uso de fontes renováveis para o benefício em lavouras e animais, prevenindo a perda de produção para o produtor rural. Este trabalho apresenta os resultados de vazões alcançados com a utilização de um equipamento de bombeamento de água, carneiro hidráulico; os dois locais ensaiados ofereceram resultados de vazão com diferença média, ou seja, 190% a mais de rendimento para a altura de 3 m e por volta de 160% para as alturas de 4 m e 5 m. Entretanto, o carneiro hidráulico promove a economia de custos quando comparado à utilização de uma bomba elétrica, trazendo vantagens para o uso em propriedades rurais.

Palavras-chave: Carneiro hidráulico. Rural. Vazão. TSGA.

---

<sup>1</sup> Graduanda no Curso de Engenharia Civil da Universidade do Oeste de Santa Catarina de Joaçaba; indisarturi@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Especialista em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina; Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; carlos.dagostini@unoesc.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos primórdios o homem busca se estabelecer nas proximidades de ambientes hídricos, para ter a seu alcance o bem natural indispensável para a sobrevivência do ser humano, a água.

Porém, a derivação da canalização da água se tornou o meio mais fácil para levá-la até o seu destino proposto. Além do acesso facilitado, a qualidade permanece.

Entretanto, com o passar dos anos e o surgimento de novas invenções, chegaram as bombas elétricas, que elevam água a certas alturas, aumentando sua vazão, e têm uma infinidade de vantagens, optou-se por esse equipamento a fim de facilitar a vida do homem, principalmente no campo, para levar água até as lavouras, animais, etc.

Diante disso, o custo das famílias no campo vem crescendo. Com a implantação de uma bomba tem-se a necessidade da manutenção, o consumo de energia elétrica, ruídos, poluição, etc.

Pensado nisso, um grupo de estudiosos inventou um equipamento que poderia concorrer com as bombas. Seu rendimento não se compara ao das bombas, porém apresenta a mesma função que elas, conduzir água com a própria matéria-prima sem o uso de fontes de energia.

Equipamento simples, de fácil instalação e reduzida necessidade de manutenção, o carneiro hidráulico é um equipamento utilizado para elevação de água sem a necessidade de utilização de

fontes de energia externa, como a elétrica, para seu acionamento.

Seu princípio de funcionamento baseia-se na utilização da energia gerada pela interrupção brusca do movimento de um fluido para a elevação de uma parcela desse fluido. A sobrepressão causada pela interrupção brusca do movimento é denominada golpe de aríete, ou seja, o princípio básico de funcionamento do carneiro é o golpe de aríete.

A noção básica em sala de aula no Curso de Engenharia Civil da Unoesc Joaçaba despertou a curiosidade em conhecer melhor esse sistema de elevação de fluido com baixo custo. Este trabalho é focado em pesquisar as variantes de vazões, montagem e custos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CARNEIRO HIDRÁULICO

Relatado por Girardi e Giordani (2008, p. 14) a bomba carneiro foi inventada por John Whitehurst por volta de 1772, porém necessitava de um operador para fazê-la funcionar. A partir dessa invenção os irmãos franceses Montgolfier tornaram o aparelho automático. O nome aríete foi dado porque na Idade Média havia um instrumento de guerra também chamado aríete que era constituído por uma tora de madeira reforçada e com uma cabeça de carneiro de metal em uma de suas extremidades.

Resumindo, Toledo (1997, p. 29) conceitua o instrumento como carneiro

hidráulico, sendo possível que tenha sido assim batizado porque o animal, em disputas por território, tem o hábito de bater os chifres contra os de seus rivais, sendo associado ao batimento constante do êmbolo do equipamento hidráulico.

Segundo Creder (2003, p. 58), o carneiro hidráulico é um meio mecânico de elevação de água usado desde a antiguidade que não necessita de energia externa para conseguir o recalque. Usa somente o golpe de aríete, que é uma onda de pressão resultante de uma interrupção do escoamento de um fluido. Por ser uma máquina de rendimento baixíssimo (de 4 a 35%), o seu emprego se justifica somente em fazendas ou localidades rurais onde não se dispõe de eletricidade ou outro motor capaz de acionar uma bomba, além de exigir água em abundância.

Para tanto, Girardi e Giordani (2008, p. 15) afirmam que a bomba carneiro hidráulico utiliza este “golpe de aríete” para bombear água de um nível mais baixo para um nível mais alto. Utiliza a própria força da gravidade para obter pressão suficiente para elevar uma quantidade de água para um reservatório a uma determinada altura sem a necessidade de combustível fóssil ou uso de eletricidade.

### 2.1.1 Golpe de aríete

Macintyre e Niskier (1997, p. 707) destacam que o golpe de aríete é a variação de pressão que ocorre nos encanamentos quando as condições de escoamento são

alteradas pela variação da descarga. Assim, o fechamento de uma válvula, a variação na carga demandada a uma turbina e que determina mudança na admissão da água, e o desligamento da energia que alimenta o motor de uma bomba são causas de modificação na velocidade de escoamento da água e, portanto, da força viva e da energia cinética de escoamento.

Ao ocorrer, por exemplo, o fechamento de uma válvula na extremidade de um encanamento, como a energia cinética do escoamento não pode se anular, essa energia, ou parte dela, transforma-se em energia de pressão, aumentando a pressão em relação à que reinava antes de ter havido a perturbação. Essa sobrepressão é o golpe de aríete, um dos chamados fenômenos transitórios ou transientes hidráulicos, que são ocorrências transitórias no escoamento, motivadas pela variação de uma grandeza definidora do escoamento. A energia de pressão resultante do golpe de aríete se converte em trabalho de compressão do líquido e de deformação das paredes dos encanamentos, de peças, válvulas e órgãos de máquinas, em locais até onde a onda de sobrepressão se propaga.

### 2.1.2 Vantagens de um carneiro hidráulico

De acordo com Pereira e Melo (2014, p. 1), as vantagens que o carneiro hidráulico apresenta são:

- a) além de ser uma máquina simples, robusta e barata ( $\pm$  R\$ 300,00), funciona ao mesmo tempo aproveitando a queda d'água e elevando uma fração desta;
- b) apresenta rendimento relativamente elevado, podendo variar, na maioria dos casos, de 50 a 80%;
- c) os gastos com manutenção são praticamente desprezíveis;
- d) trabalha dia e noite (24h/dia), sem qualquer energia externa, exceto a da própria queda-d'água.

### 2.1.3 Constituição para instalação e funcionamento do carneiro hidráulico

De acordo com Pereira e Melo (2004, p. 2), uma instalação de bombeamento com carneiro hidráulico constitui-se, basicamente, de:

- a) fonte ou manancial d'água, que pode ser um córrego, canal, etc., desde que permita uma queda até o local de assentamento do carneiro;
- b) tubulação de adução ou alimentação, a qual desempenha a função de conduzir a água da fonte à entrada do carneiro;
- c) carneiro hidráulico;
- d) tubulação de recalque ou de saída, que conduz a água energizada pelo carneiro até o reservatório superior;
- e) reservatório ou caixa onde será armazenada a água conduzida pela tubulação de recalque.

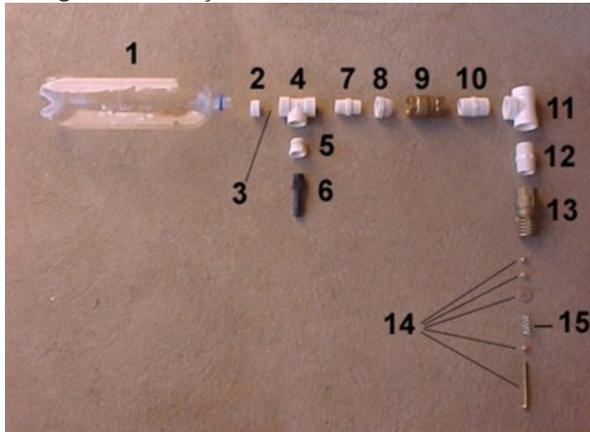
Segundo Dardot (2012, p. 20), o carneiro hidráulico é composto basicamente de uma câmara, geralmente constituída por uma garrafa pet, onde fica armazenada uma parcela de ar e uma parcela de água. Assim, ele é composto por elementos mecânicos que não necessitam de lubrificação. As partes móveis são representadas por duas válvulas: a válvula de pé com crivo conectada na tubulação adutora e a válvula de retenção que permite a entrada de água na campânula do carneiro. A válvula de escape possui pequenos orifícios por onde verte a água da tubulação adutora. É interrompido o fluxo de água pela válvula. A válvula de retenção na entrada da câmara possui movimento basculante, que permite o fluxo do fluido em apenas um sentido, ocorrendo o fechamento automático, caso haja o movimento no sentido inverso ao do fluxo desejável. Dessa maneira, a válvula de retenção não permite a saída de água da campânula no sentido do tubo adutor.

Segundo Dardot (2012, p. 22), para dar início ao funcionamento do carneiro hidráulico, basta acionar manualmente a válvula conectada à tubulação de adução, permitindo, assim, a livre saída da água pelos seus orifícios. Com a saída liberada pela válvula de sucção, a massa de água produz um movimento com aceleração no fluido, aumentando sua velocidade, o que, conseqüentemente, implica uma redução de sua pressão interna, gerando um desequilíbrio na válvula que começa a se movimentar rapidamente para a posição

superior, ocasionando a brusca interrupção no movimento do fluido.

Diante disso, procede-se a montagem do carneiro hidráulico, conforme representa a Fotografia 1:

Fotografia 1 – Peças do carneiro hidráulico



Fonte: Tiago Filho (2002, p. 8).

Nota: 1 - Garrafa pet; 2 - Tapa da garrafa pet; 3 - Usar cola para fixação; 4 - TE; 5 - Bucha de redução; 6 - Adaptador para mangueira; 7 - Nípel; 8 - Bucha de redução rosqueável; 9 - Válvula de retenção vertical; 10 - Nípel; 11 - TE; 12 - Nípel; 13 - Válvula de pé com crivo (válvula de poço); 14 - Porca e arruelas; 15 - Mola.

## 2.2 TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA GESTÃO DA ÁGUA

Este trabalho contou com o apoio do Projeto Tecnologias Sociais para Gestão da Água (TSGA), promovido pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Embrapa Suínos e Aves e Epagri, patrocinado pela Petrobrás, por meio do Programa Petrobrás Ambiental.

Segundo Tecnologias Sociais para Gestão da Água (2014), é apresentado o objetivo geral da Tecnologia Social:

“aumentar a capacidade de gestão local de comunidades de bacias hidrográficas em Santa Catarina, mediante a disseminação e implementação de práticas de produção e saneamento do meio rural como tecnologias sociais com vistas ao uso sustentável da água.

Segundo Jardim e Otero (2004, p. 12), o Instituto de Tecnologia Social (ITS) é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), cuja missão é “Promover a geração, o desenvolvimento e o aproveitamento de tecnologias voltadas para o interesse social e reunir as condições de mobilização do conhecimento, a fim de que se atendam as demandas da população.”

## 2.3 ORÇAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

Depois de listados todos os materiais necessários, fez-se a compra deles para a montagem do carneiro hidráulico. Os materiais foram adquiridos em Concórdia, porém em várias lojas, pelo fato de algumas peças não terem sido encontradas na mesma loja, entretanto se obteve o orçamento para o carneiro hidráulico.

Diante disso, formulou-se o Gráfico 1 com os custos das peças do carneiro hidráulico e foi orçada uma motobomba para elevar água a cerca de 3 m de altura, tendo, assim, um comparativo com o carneiro hidráulico.

No orçamento da bomba com pé de crivo para 3 m desprezaram-se valores a mais, como energia e manutenção. Também

foi orçada uma caixa em concreto para o abrigo da motobomba.

Gráfico 1 – Orçamento



Fonte: os autores.

Apresentado o Gráfico 1, pode-se perceber a vantagem do carneiro hidráulico quanto ao custo, para elevar água até 3 m, visto que ele apresenta uma economia expressiva, levando-se em conta que ele não necessita de manutenção e não tem custo com energia elétrica.

Para zonas rurais, o carneiro hidráulico esbanja versatilidade, praticidade e economia.

Para o mesmo serviço, a bomba apresenta um valor 79% mais alto que o carneiro hidráulico.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Após os todos os materiais serem comprados em Concórdia para montagem do carneiro hidráulico, definiu-se o local A (Fotografia 2) e B (Fotografia 3) para instalação

do equipamento e aferir a vazão para ambos os locais para as alturas de 3 m, 4 m e 5 m, lembrando que o local A apresentava água corrente (rio) e o local B água parada (lagoa), os quais foram registrados com fotos, toda a sua etapa de montagem e funcionamento.

Fotografia 3 – Local A



Fonte: os autores.

Fotografia 4 – Local B



Fonte: os autores.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 COMPARATIVO DE VAZÕES DOS LOCAIS A E B

A Tabela 1 (Local A) mostra a relação dos três ensaios feitos por altura, constatando o tempo necessário para encher o galão de água de 20 litros.

Tabela 1 – Tempo x Altura

Ensaio	3 m de altura	4 m de altura	5 m de altura
1º	15min45s	16min30s	21min30s
2º	15min20s	16min40s	20min50s
3º	14min45s	17min10s	21min15s

Fonte: os autores.

Após realizar as médias entre os três ensaios, pôde-se obter as seguintes vazões para cada altura de elevação de água, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Vazão x Altura

Altura de queda de água	Vazão (l/h)
3 m	78,60
4 m	71,54
5 m	56,63

Fonte: os autores.

A Tabela 3 (Local B) mostra a relação dos dois ensaios feitos por altura, constatando a quantidade de água em litros obtidas com o tempo de 30 segundos.

Tabela 3 – Tempo x Litros

Ensaio	3 m de altura (30s)	4 m de altura (30s)	5 m de altura (30s)
1º	1,900 l	1,550 l	1,220 l
2º	1,900 l	1,554 l	1,250 l

Fonte: os autores.

Após realizar as médias entre os dois ensaios, pôde-se obter as seguintes vazões para cada altura de elevação de água, conforme Tabela 4.

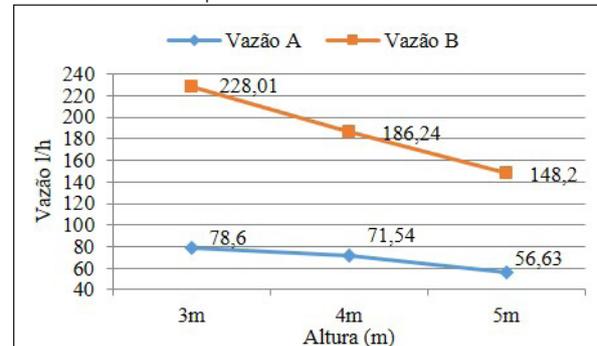
Tabela 4 – Vazão x Altura

Altura de queda de água	Vazão (l/h)
3 m	228,01
4 m	186,24
5 m	148,20

Fonte: os autores.

O Gráfico 2 representa as vazões calculadas para os locais A e B; como se pode observar os valores são distintos para a mesma altura, sendo utilizado o mesmo carneiro hidráulico.

Gráfico 2 – Comparativo entre os locais A e B



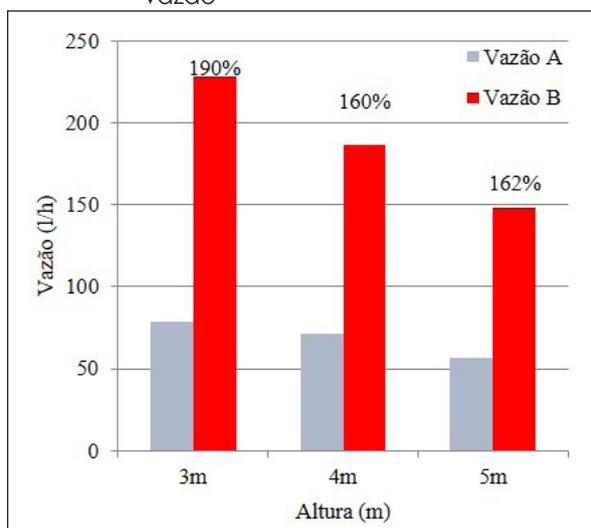
Fonte: os autores.

A partir dos resultados, pôde-se avaliar as condições dos locais diferentes, pois o local A possuía água corrente, conseqüentemente apresentando turbulência e mais ar

incorporado na água. No local B a água era parada, não apresentando tantas perdas, consequentemente, causando diferenças de resultados.

Evidentemente obteve-se um maior índice de vazão para o local B, como mostra o Gráfico 3. Analisando as condições de comparativos, na vazão B para a altura de 3 m obteve-se 190% de rendimento a mais que na vazão B para a mesma elevação. Em razão de a altura não ser exagerada, foram obtidos os melhores resultados encontrados para 3 m.

Gráfico 3 – Comparativo em porcentagem e vazão



Fonte: os autores.

Em relação às alturas para 4 m e 5 m, o local B apresentou 160% a mais de vantagem perante o local A.

## 4.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CARNEIRO HIDRÁULICO

Após a execução deste trabalho avaliaram-se os pontos vantajosos e as desvantagens no uso do carneiro hidráulico, as quais estão citadas a seguir.

### 4.2.1 Vantagens do carneiro hidráulico

- técnica simples, de fácil entendimento;
- sem uso de energia;
- mão de obra não especializada;
- tubos e conexões conhecidas por produtores rurais;
- gastos com manutenção desprezíveis;
- funciona 24h/dia;
- não apresenta riscos de acidentes;
- ideal para levar água até animais;
- tecnologia social.

### 4.2.2 Desvantagens do carneiro hidráulico

- limitação de vazão;
- rendimento inferior a 30% do volume de água a jusante;
- vistoria e/ou limpeza diária (encher a garrafa, eventuais gravetos, etc.);
- perda de conhecimento sobre a hidráulica;
- qualidade da água;
- equipamento delicado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A iniciativa foi de trabalhar com uma tecnologia simples, mas tecnicamente viável e efetiva, ou seja, algo que pode ser considerado uma verdadeira tecnologia social. O trabalho pode dar ênfase aos aspectos hidráulicos do carneiro hidráulico, como a relação queda de água, altura de elevação no bombeamento e outros aspectos físicos no recalque (altura manométrica, vazão, etc.). Além disso, destaca a sua contextualização como uma tecnologia social, que já foi muito importante em nossa região, mas que praticamente desapareceu com a chegada da energia elétrica.

A montagem e validação, com sucesso, do carneiro hidráulico constituiu-se em um exemplo muito interessante de uma tecnologia social para gestão da água. Contou-se com o apoio do TSGA para que houvesse a difusão dessa tecnologia, especialmente, no meio rural.

Foi de extrema importância a iniciativa do TSGA de apoiar a retomada dessa tecnologia que já foi muito importante na região Oeste de SC. Mesmo com a chegada da eletricidade no meio rural o carneiro hidráulico continua tendo um espaço para a sua utilização.

Para a implantação do carneiro hidráulico, observaram-se em muitas propriedades rurais rios que percorriam pelas redondezas. Constatou-se a presença de muitos animais em pastagens, às margens de lagoa, de córrego, de rio, etc.

A partir da difusão desse recurso como tecnologia social espera-se melhoria de vida não somente das pessoas, mas também para os animais. Sabe-se que, em especial, o gado leiteiro ter que caminhar longe para beber água é perda de produção para o produtor rural. O carneiro hidráulico vem para contribuir ao levar água até reservatórios e assim distribuí-la de forma a facilitar a dessedentação para o gado.

Percebeu-se a necessidade de levar água até o bebedouro dos animais e auxiliar na irrigação de pastagens, enchimento de lagoas, etc. Para tanto, a instalação do carneiro hidráulico seria uma das soluções desses itens levantados.

Assim, conclui-se que o carneiro hidráulico é uma fonte alternativa de energia que possibilita a fácil aquisição, atendendo à demanda da população e promovendo o desenvolvimento da tecnologia voltada para o interesse social.

Ao instalar o carneiro hidráulico, pode-se constatar a presença de três itens importantes que deram importância ao trabalho: a vazão calculada para os locais A e B, o custo relativamente significativo entre o carneiro hidráulico e a bomba elétrica e a diferença de local de instalação, visto que o local A apresentava água corrente (turbulência, bolhas de ar) o local B, a presença de água parada.

Após instalado o carneiro hidráulico pode-se verificar na prática o golpe de aríete ocasionado com o fechamento brusco da válvula de sucção. Percebeu-se

a funcionalidade do carneiro hidráulico a partir do golpe, visto que a cada batida a água era direcionada para a tubulação de recalque. Assim, esse fenômeno hidráulico proporciona o funcionamento de todo o sistema/conjunto, o carneiro hidráulico.

Visto que as vazões encontradas foram diferentes de um local para outro, pode-se afirmar que o local da captação da água interfere no bombeamento da água, podendo oscilar de um local para outro. Isso ocorreu para os locais A e B, ou seja, para cada local instalado o carneiro hidráulico apresentou uma eficiência específica.

Para tanto, apesar da diferença de vazão, o carneiro hidráulico mostrou eficiência em seu funcionamento, visto que é um equipamento que não usa a energia elétrica, mas, sim, a sua própria matéria-prima para elevar a água. Ou seja, a relação custo-benéfico é excelente para a aquisição de um carneiro hidráulico.

Trata-se de um equipamento simples, prático, sem custo com manutenção e portátil, porém se deve ter cuidado, pois exige cuidados, para que trabalhe perfeitamente é preciso que esteja bem alinhado, exige certa quantidade de vazão para conseguir dar o golpe de aríete e necessita de uma boa mola, caso contrário não funcionará.

Esses resultados e métodos merecem uma futura pesquisa científica, pois os dois locais ensaiados ofereceram resultados de vazão com diferença média, ou seja, 190% a mais de rendimento para a altura de 3 m e por volta de 160% para as alturas de 4 m e

5 m. Também é necessário um estudo mais aprofundado sobre o rendimento hidráulico, incluindo vazão de coleta e desníveis.

## REFERÊNCIAS

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003. 465 p.

DARDOT, Jean Paul. Comportamento hidráulico de gotejadores pressurizados por carneiro hidráulico. 2012. 82 f. **Monografia** (Especialização em Formas Alternativas de Energia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

GIRARDI, Lúcia; GIORDANI, Rubie José. **Implantação do carneiro hidráulico nas propriedades dos alunos da escola estadual técnica agrícola Guaporé**. Guaporé: Escola Estadual Técnica Agrícola, 2008.

JARDIM, Fabiana Augusta Alves; OTERO, Martina Rillo. **Caderno de debate: tecnologia social no Brasil**. São Paulo: Editora Raíz, 2004. 38 p.

MACINTYRE, Archibald Joseph; NISKIER, Julio. **Bombas e instalações de bombeamento**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 1997. 782 p.

PEREIRA, Geraldo Magela; MELLO, Carlos Rogério. **Aula prática 9: Carneiro Hidráulico**. Lavras. Disponível em: [http://www.deg.ufla.br/site/\\_adm/upload/file/9\\_aula%20pratica%209.PDF](http://www.deg.ufla.br/site/_adm/upload/file/9_aula%20pratica%209.PDF). Acesso em: 10 abr. 2014.

TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA GESTÃO DA ÁGUA. **Projeto tecnologias sociais para gestão da água**. 2014. Disponível em: [http://www.qualiagua.ens.ufsc.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=14&Itemid=29](http://www.qualiagua.ens.ufsc.br/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=29). Acesso em: 3 abr. 2014.

TIAGO FILHO, Geraldo Lúcio. **Carneiro Hidráulico**: o que é e como construí-lo. Rio de Janeiro: [S. l.], 2002. 9 p.

TOLEDO, Luis Roberto. Resgate Secular: Projeto da Universidade de Lavras permite montar, com baixo custo, equipamento para elevação de água que não consome combustível. **Globo Rural**, out. 1997. Disponível em: [http://www.feiradeciencias.com.br/sala07/07\\_57.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala07/07_57.asp). Acesso em: 8 mar. 2014.

