



A UTILIZAÇÃO DA BOMBA DE CORDA COMO ALTERNATIVA NAS REGIÕES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

CARLOS HENRIQUE DE SOUSA
carlos_henrique_sj@hotmail.com
AEDB

JUAN ALAN SOUSA
juanalana@bol.com.br
AEDB

LUDIMILA LUCIANA DE SOUZA
ludimila.souzaa@gmail.com
AEDB

RENATA LIMA DUARTE MOREIRA
moreira.renatalimaduarte@gmail.com
AEDB

GABRIEL GONÇALVES PESSOA; VINICIUS MAGALHÃES CAMPOS
gabriel.pessoa@aedb.br; viniciusmagalhaesc@hotmail.com
AEDB

Resumo: Bombas Hidráulicas, resumidamente, são mecanismos utilizados para transportar, de maneira facilitada, água de um local para outro. Tais mecanismos possuem diversos tipos de acionamento, alguns baratos, outros nem tanto. Podem ser utilizados no acionamento, combustíveis fósseis, cata-ventos, motores elétricos ou até mesmo a energia solar. Porém, em regiões onde a energia elétrica é escassa ou até mesmo indisponível, utilizam-se mecanismos de acionamento não tão convencionais como, por exemplo, a força humana. Este artigo apresenta a idealização de uma bomba hidráulica, mais precisamente uma bomba rosário (também conhecida como bomba de corda) como alternativa à ser utilizada pelas regiões do semiárido brasileiro onde a energia elétrica e as chuvas são escassas e por isso torna necessário o foco associado à essa escassez, impulsionado pelo uso de tecnologias apropriadas como alternativas para o desenvolvimento sustentável.

Palavras Chave: Bombas Hidráulicas - Força Humana - Semiárido - -



1. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo existem diversas regiões semiáridas cuja característica mais expressiva é a escassez das chuvas, onde os períodos de estiagem podem perdurar por mais de 10 meses. Outras características que são recorrentes nas regiões com esse clima são: a ausência ou precariedade de insumos como alimentos, combustíveis, energia elétrica e etc, e boa parte dessa precariedade é advinda da escassez de água. Uma região exemplo dessa situação é a África, onde se chove poucos dias no ano ou passa-se até mesmo anos inteiros sem chuvas. Aqui no Brasil, temos como exemplo de região semiárida o Nordeste brasileiro que é formado por nove estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

Conforme apresenta Suassuna (2002), a região semiárida nordestina é, fundamentalmente, caracterizada pela ocorrência do bioma da caatinga, que constitui o sertão. O sertão nordestino apresenta clima seco e quente, com chuvas que se concentram nas estações de verão e outono. No semiárido chove pouco (as precipitações variam entre 500 e 800 mm, havendo, no entanto, bolsões significativos de 400 mm) e as chuvas são mal distribuídas no tempo, sendo uma verdadeira loteria a ocorrência de chuvas sucessivas, em pequenos intervalos. Essa região concentra um dos climas mais complexos do mundo devido à sua proximidade com o Equador, o que faz com que seu sistema de circulação atmosférica seja diferente dos demais. Os fenômenos atmosféricos provocam longos períodos de estiagem nessa região e chuvas concentradas em pouquíssimos meses do ano.

Diante das dificuldades causadas pelo clima da região, a população local depende de açudes, poços perfurados, muitas vezes, manualmente e até mesmo da construção de cisternas para garantir o abastecimento de água. Porém, esses poços ou açudes ficam bastante distantes de suas residências. Devido a isto, a água é transportada através de carroças e caminhões pipa até seu destino final que são as residências ou pequenas lavouras. (MENDONÇA, 2009 APUD FILHO, 2012)

Detectado o problema de localização distante de poços e açudes, a necessidade de bombear água da chuva e até mesmo armazenar para posterior utilização torna-se condição imprescindível aos moradores locais. Porém, essa necessidade vai de encontro aos mecanismos mais comumente utilizados. A deficiência nas redes elétricas em diversos locais do semiárido, a irregularidade no abastecimento da mesma e os custos do fornecimento de combustível, motivam a utilização de sistemas de bombeamento baseados em recursos energéticos disponíveis localmente, no caso, a força humana. Diante disso, o desenvolvimento de uma bomba hidráulica à pedal acionada mecanicamente por força humana, surge como uma possível forma de reduzir os problemas com transporte de água, consumo de energia e impacto ambiental. (FILHO, 2012)

O presente trabalho apresenta um caso para ensino, onde um modelo de bomba hidráulica foi idealizado para que possa ser utilizado no bombeamento e armazenamento de água acionado por pedal através da força humana, de baixo custo e baixo impacto ao meio ambiente e de fácil construção.



1.1. OBJETIVO GERAL

Apresentar um sistema de bombeamento simples como solução para questões de falta d'água unindo a utilização de recursos naturais sem impacto ao meio ambiente, como alternativa na busca de garantir melhor qualidade de vida à população rural das regiões do semiárido.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar a situação do semiárido brasileiro;
- Propor uma solução para a questão da falta d'água;
- Indicar materiais e métodos de fácil utilização pela população local;
- Otimizar espaço físico e meio ambiente propondo a utilização de uma bomba de pequeno porte e que utiliza materiais de baixo impacto ambiental;
- Apresentar como opção à falta de energia elétrica, a utilização de propulsão humana;

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O trabalho aqui apresentado visa indicar tecnologias alternativas aliadas ao desenvolvimento sustentável com uma abordagem integrada entre a engenharia e as ciências sociais. Neste capítulo apresenta-se o resultado da pesquisa bibliográfica realizada a respeito do tema. Inicialmente apresentam-se conceitos técnicos e históricos sobre o equipamento abordado e por fim abordam-se os temas relacionados ao meio ambiente.

2.1. SISTEMAS UTILIZADOS NA ELEVAÇÃO DE ÁGUA

Bombas d'água, bombas hidráulicas, sistemas elevadores, entre outros, são encontrados em situações nas quais necessita-se elevar a água acima de sua fonte.

Segundo Delley e Oleson, 2012 *apud* Filho, 2012, a origem da bomba d'água surgiu nos primórdios da humanidade. Na antiga Grécia, desde o século VI a.C. já havia tecnologia para captação e distribuição de água à longas distâncias. Em Atenas nessa época, já existiam caixas d'água localizadas nas partes mais altas da cidade. Um dos primeiros utensílios teria sido um balde ligado a uma corda, mais tarde suspenso por um gancho e, depois, por uma roldana, por ser mais fácil transportar o material.



2.2. A CRIAÇÃO DE MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA BOMBEAMENTO D'ÁGUA

Martin (2011) desenvolveu um protótipo de bomba de Mecate, tendo como base a adaptação de uma antiga cadeia de bomba de pistão produzida desde os primórdios na China. Durante os anos setenta e oitenta foi bastante incentivada à introdução da bomba de corda em muitos países, por meio de projetos em desenvolvimento, voltados para o pequeno agricultor.

O princípio de funcionamento da bomba de pistão desenvolvida por Martin (2011) consiste em um quadro de bicicleta com seu sistema de transmissão (coroa, corrente e pinhão) acionado por uma pessoa através dos pedais. Interligado ao sistema esta uma corda que aciona duas roldanas, que por sua vez, movimenta uma corda com alguns pequenos copos de plástico presos por uma corda dentro de um tubo de PVC vertical (Bartle 2012), sendo que, uma de suas extremidades fica submersa dentro do poço d'água. A água enche os copos sendo conduzido pelo movimento contínuo do sistema de transmissão. (APUD FILHO, 2012)

Ao longo dos anos e diante das necessidades, os métodos de bombeamento foram sendo aperfeiçoados e inovados. Diante das primeiras ideias da bomba de corda, foram criadas também as bicibombas e inúmeros outros modelos de bombas d'água que utilizem bicicletas e a força humana como sistema de propulsão.

2.3. BOMBA ROSÁRIO OU BOMBA DE CORDA

Neste trabalho a bomba d'água escolhida para ser apresentada é a bomba Rosário, ou bomba de corda. Este exemplo foi escolhido por tratar-se de uma bomba de fácil e barata construção e que seria de fácil instalação nas comunidades carentes citadas neste trabalho.

Erpf, 2005 apud Afonso, 2013 diz que a bomba de corda, (rope pump), é talvez um dos métodos mais comumente utilizados entre comunidades rurais por ONGs devido à sua facilidade de implementação, manutenção e na adaptabilidade aos recursos existentes. A expansão do uso deste método deu-se após aperfeiçoamentos na década de 90 em Nicarágua, América Central. A bomba de corda é uma opção eficiente e de baixo custo para a irrigação em pequena escala. A quantidade de água que é possível obter depende da profundidade do poço.

Rosa, Albério, *et al.*, 2017 reforçam a ideia do presente trabalho e dizem que a bomba de corda é uma tecnologia de baixo custo que pode ser facilmente reproduzida, pois demanda poucos materiais podendo também reutilizar materiais. É muito usada no semiárido do Nordeste pois pode bombear água de reservatórios contribuindo com o fornecimento de água na época de seca. Tem por objetivo viabilizar o aproveitamento da água que pode ser destinada para diversas funções, fazendo uso de uma tecnologia alternativa. É uma tecnologia simples que é de boa viabilidade para o pequeno produtor, sendo esta uma tecnologia que não necessita do uso de energia elétrica e possui baixo custo.



2.4. PROPULSÃO HUMANA

Diante das condições precárias relacionadas à energia e recursos naturais do semiárido, ficou clara a necessidade de apresentar uma solução que abrangesse, além da facilidade na construção, facilidade também no funcionamento, uma vez que a região apresentada é carente de recursos, como a energia elétrica, por exemplo. Visto isso, procurou-se, diante de tantos exemplos, uma bomba que pudesse ser acionada por propulsão humana de uma maneira simples.

O conceito de propulsão humana torna-se vago, pois depende diretamente de fatores humanos, conforme mostram as tabelas a seguir. Elas apresentam a potência física que um ser humano desenvolve, considerando um determinado esforço físico feito através dos pés e das mãos.

Gutierrez, 2005 apud Filho, 2012 apresenta dados de longa duração realizados em laboratório, monitorados por aparelhos de precisão e supervisionados por médicos e professores formados em educação física.

Tabela 2.3.1 – Potência para uma pessoa sem condicionamento físico. Fonte: Gutierrez 2005 apud Filho, 2012.

Gênero	Idade	Potência (W)
Homem	20 a 30 anos	2,0 W / kg
Mulher	20 a 30 anos	1,5 W / kg

Tabela 2.3.2 – Potência para uma pessoa que pratica atividade física. Fonte: Gutierrez 2005 apud Filho, 2012.

Gênero	Idade	Potência (W)
Homem	20 a 30 anos	2,67 W / kg
Mulher	20 a 30 anos	2,00 W / kg



Tabela 2.3.3 – Potência disponível para homem, mulher e criança. Fonte: Gutierrez 2005 *apud* Filho, 2012.

Gênero	Acionamento	Potência (W)
Homem	Perna : pedal, manivela	100
	Braço ; pedal, manivela	70
Mulher	Perna : pedal, manivela	75
	Braço :pedal, manivela	50
Criança (menino / menina)	Perna : pedal, manivela	65
	Braço : manivela, alavanca	40

2.5. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável é uma vertente de global importância que, no uso da engenharia não pode ser ignorado. É indispensável que os engenheiros atualmente tenham intrínseco o sentimento de responsabilidade para com o meio ambiente e com a ética social independente da função que exerça e que façam com que essa responsabilidade seja aplicada aos projetos sobre suas supervisões.

De acordo com Rauch, 1997 *apud* Afonso, 2013, sustentabilidade significa perduração dos efeitos positivos de um projeto depois do apoio externo ser retirado, isto é, capacidade da população e instituições para resolver problemas fora das condições-padrão, por outras palavras, a capacidade de se adaptar a eventuais alterações com as novas ferramentas. A sustentabilidade é um conceito que se pensa e implementa desde a primeira fase da concepção do produto, mas que se mantém também durante o período útil de vida do mesmo, onde se exige:

- A prevenção da degradação de recursos naturais (sustentabilidade ecológica);
- Um programa de promoção adaptado às condições de mercado previsíveis (sustentabilidade econômica);
- A capacidade dos grupos-alvo e/ou organizações que lhes fornecem serviços para manter as condições necessárias para as melhorias alcançadas, sem apoio externo (sustentabilidade organizacional);

Assim, a importância reside não só na manutenção a longo prazo das atividades, mas também na manutenção do nível de objetivos alcançados (por exemplo, melhoria ou estabilização das condições de vida)



3. DESENVOLVIMENTO

As bombas de diafragma, pistão ou outro tipo qualquer operam claramente em baixa rotação e devem ter seu acionamento por energia natural, como, por exemplo, a força humana, o vento ou água.

Neste capítulo idealizamos uma bomba movida a partir de propulsão humana como se pode observar na figura 1 que mostra o pedal para acionamento e em seguida uma lista de possíveis opções de materiais que podem ser utilizados na construção da mesma.

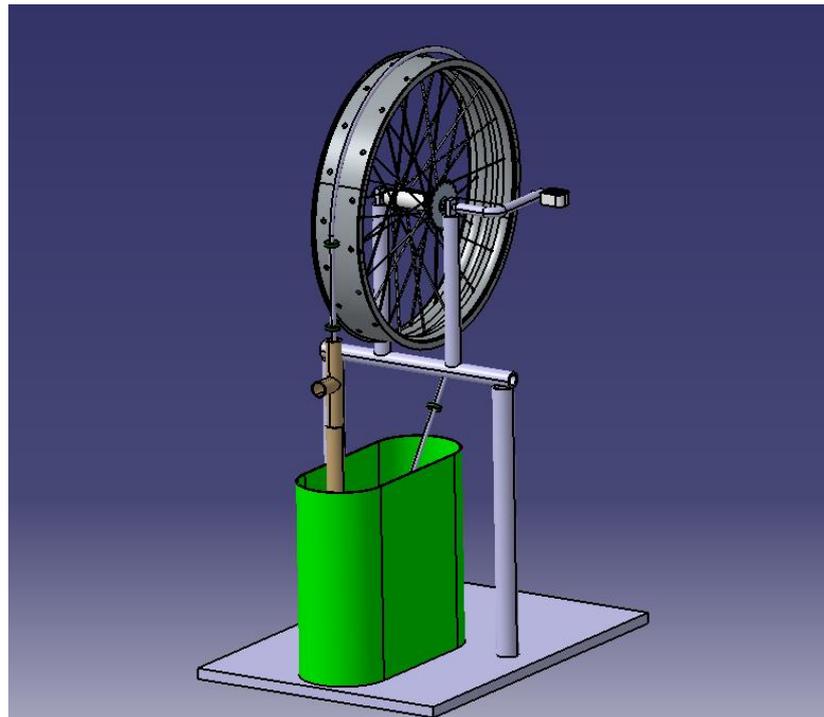


Figura 1: Modelo de bomba de corda

Fonte: Os autores (2018)

3.1. COMPONENTES BÁSICOS PARA CONSTRUÇÃO DA BOMBA

Uma bomba rosário, ou bomba de corda é basicamente constituída por tubos de pvc, corda, os “pistões” que são feitos de passantes de plástico e uma roda de bicicleta fixada em um suporte unido a uma manivela.

O fundo do poço deve possuir um mecanismo que pode ser idealizado por tubos de PVC e uma roldana que tem o objetivo de captar a água e permitir o retorno da corda. Todos os materiais citados são de fácil aquisição, daí a ideia de propor essa bomba como solução para as áreas sem muito recurso do semiárido.

Em relação aos materiais utilizados, algumas substituições poderiam ser efetuadas de modo a tornar o mecanismo mais eficiente e mais fácil de reproduzir. Pode-se substituir o suporte metálico por um suporte de madeira. Os materiais que se encontrarem em permanente contato com água, podem e devem ser substituídos por PVC que apresenta maior estabilidade química, evitando assim a ferrugem.



Abaixo apresentamos na tabela 3.1.1 os materiais utilizados em nossa proposta, suas quantidades e seus respectivos preços encontrados na cidade de Resende, no sul do estado do Rio de Janeiro, em junho de 2018:

Tabela 3.1.1 – Materiais exemplares, suas quantidades e valores. Fonte: Os autores - 2018

Uma roda de bicicleta	Recolhida em ferro velho
Dois pedais de bicicleta	Recolhidos em ferro velho
Uma corda de 3 metros	R\$: 12,00
7 anéis de borracha reciclada	Removido de chinelos usados
Tubulações de PVC	R\$: 70,00
Uma chapa de aço	Recolhido em ferro velho
Uma lata de tinta reutilizada	Pega no lixo
2,60 m de tubo aço	Recolhido em ferro velho
Uma roldana de porcelana	R\$: 5,00
Total gasto:	R\$ 87,00

3.2 OS COMPONENTES E SUAS FUNÇÕES DENTRO DA BOMBA

A bomba, por ser um item de fácil construção, possui diversos materiais que podem ser utilizados e substituídos. Os materiais escolhidos pelos autores deste trabalho estão abaixo listados juntamente com a descrição de suas respectivas funções.

- Roda: responsável por tracionar a corda;
- Pedal: ponto de apoio onde a propulsão humana é utilizada a fim de movimentar a roda e, conseqüentemente, a corda presente nela;
- Corda: guiar os anéis de borracha;
- Anéis de borracha: guiados pela corda são os responsáveis por impulsionar a água através da tubulação de PVC;
- Tubulações de PVC: caminho por onde passam a corda com os anéis e a água;
- Chapa de aço: neste trabalho ela foi utilizada como parte base do reservatório onde a água bombeada ficaria;
- Lata de tinta: utilizada neste trabalho como reservatório d'água;
- Roldanas: responsáveis por guiar a corda;
- Tubos de aço: Utilizados na sustentação da roda;



SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA

XVSEGET

Indústria 4.0
e o uso de tecnologias digitais

30, 31/10
e 01/11



4 CONCLUSÃO

Diante da vasta bibliografia pesquisada a respeito do assunto é notória a contribuição da bomba de corda (ou bomba rosário) nas comunidades mais carentes, não só do semiárido, mas também em outras regiões do mundo. Utilizar este tipo de equipamento com materiais não nocivos ao meio ambiente, é uma característica do uso das novas tecnologias propostas pela indústria 4.0, que cada dia mais e mais se atualiza buscando o equilíbrio.

Para futuros trabalhos propõe-se a construção de uma bomba rosário em locais cuja necessidade seja iminente e como desafio, utilizar materiais ainda mais baratos, de menor impacto ao meio ambiente, de fácil utilização e que atendam às necessidades locais.



5. REFERÊNCIAS

AFONSO, A. T; Desenvolvimento sustentável em engenharia mecânica. Um caso de estudo: Projeto *Autarkeia*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.

FILHO, F.A.B; Avaliação da performance de um sistema de bombeamento de água acionado por propulsão humana. 2012. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

PIMENTA, F.J.P; Engenharia Mecânica para o desenvolvimento sustentável: “*Autarkeia*”. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2014.

ROSA, G., ALBÉRIO J., ROSA, R., SILVA, V., SANTOS, W. Tecnologias alternativas para a agricultura. Folder. Instituto Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2017.

SUASSUNA, J. Semiárido: proposta de convivência com a seca. Artigo. Fundação Joaquim Nabuco, Recife, 2002.