



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIDADE DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA PARA COMUNIDADE RURAL NA  
GUINÉ-BISSAU

Upá Gomes

Fortaleza Junho de 2019

## UNIDADE DE BOMBIAMENTO DE ÁGUA PARA COMUNIDADE NA GUINÉ- BISSAU

Monografia submetida à Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Diploma de Graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Henrique Cunha Junior

Fortaleza, Junho de 2019

UPÁ GOMES

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- G618u Gomes, Upá.  
Unidade de Bombeamento de água para Comunidade na Guiné-Bissau / Upá Gomes. – 2019.  
42 f. : il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,  
Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. Henrique Cunha Junior.
1. Bomeamento. 2. Tratamento d'água. 3. Cenário Politico Setor Energético. I. Título.
- CDD 621.3
-

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado essa oportunidade de vida, por sua previsão de cuidado, pela saúde mental a mim, sou eternamente grato ao autor e consumidor da vida, com a qual tanto me alegro e valorizo.

A meu pai que não se encontra mais nesse mundo, me encorajou muito para seguir a caminhada.

A minha mãe que sempre me aconselhou para não desistir, ela é a origem de tudo em minha vida, por quem devo toda a gratidão nas minhas conquistas.

A meu irmão que sempre me apoiou nas minhas decisões, que muito se empenhou para me oferecer as melhores condições de suas limitações, dando-me suporte necessários para alcançar meus objetivos, que não poupou esforço nenhum para me ajudar.

## **RESUMO**

Esse trabalho visa o estudo do bombeamento e tratamento de água das comunidades rurais de Guiné-Bissau. Nesse estudo será abordado a utilização de bombas mecânicas, bombas eólicas e bomba eletromecânicas, todas com a mesma intenção, buscar água com tratamento artesanal de baixo custo para as pequenas aldeias de Guiné-Bissau. Será feito o estudo para a utilização de um material de baixo custo para o tratamento de água. Far-se-á uma análise do cenário político, socioeconômico e energético de Guiné-Bissau.

**Palavras-Chave:** Bombeamento, Tratamento d'água, Cenário político Setor Energético.

## **ABSTRACT**

This work aims to study the pumping and treatment of water in the rural communities of Guiné-Bissau. In this study the use of mechanical pumps, wind pumps and electromechanical pumps, all with the same intention, will be approached to obtain low cost artisanal water treatment for the small villages of Guiné-Bissau. The study will be done for the use of a material of low cost for the treatment of water. An analysis of the political, socioeconomic and energy scenario of Guinea-Bissau will be carried out.

**Keywords:** Pumping, Water treatment, Political scenario Energy Sector.

## SUMÁRIO

1 – Introdução.....	6
2 – Estrutura do trabalho.....	8
3 – Informações Gerais Sobre a Guiné- Bissau.....	9
4 – Bombeamento e Tratamento de água e tratamento de água para residências rurais isoladas. ....	14
5 – Revisão das Técnicas de bombeamento, e Revisão de tratamento de agua em pequenas quantidades, os custos dos métodos. ....	18
6 – Solução Proposta no trabalho.....	31
7 – Conclusão.....	41
8 – Referências Bibliográficas.....	42

## 1 - INTRODUÇÃO

A Guiné- Bissau é um país da África Ocidental de pequena população, menos de 2 milhões de habitantes, com a população predominante rural, vivendo em tabancas (grupos de casas rurais), e constituindo mais de 70% da população. Um país de economia precária devido às guerras recentes e as constantes instabilidades governamentais. Pelos mesmos motivos os serviços públicos de abastecimento e tratamento de água praticamente não existem e quando existem são deficientes.

A água potável e de boa qualidade é indispensável à vida humana. Nas pequenas comunidades rurais da Guiné-Bissau a água é obtida em poços artesianos por vias manuais, lançando um bande do poço e puxando a água por vias manuais e carregando até as casas. As mulheres são as pessoas que vão buscar a água. A água nem sempre é potável devido a contaminação do lençol freático devido às condições sanitárias precárias. Portanto necessita de tratamento.

Os sistemas públicos de processamento de água não existem nas pequenas comunidades e nem nas cidades pequenas. Nas comunidades rurais não existem condições econômicas de instalação de bombas de águas convencionais, elétricas ou mecânicas, de grandes e médias potências e muito menos condições de tratamento de água com processos químicos.

Sendo assim é necessário procurarmos medidas simples e baratos para bombear a água, trata-se segundo as normas de água potável para o consumo humana e depois canalizá-la, mesmo em pequenas unidades de caixas de água de 200 a 500 litros. Portanto dessa realidade praticamente a população não possui recursos para obter água encanada e tratada com facilidade.

O problema proposto para este trabalho de conclusão de curso foi no sentido de estudar os métodos de bombeamento, armazenamento e tratamento de água, pela revisão da literatura e propor um sistema simples e eficiente de bombeamento e tratamento da água para pequenas comunidades. No caso um método até para uma residência apenas ou um conjunto de 5 a 10 residências.

Desta forma organizamos este trabalho expondo uma introdução a Guiné-Bissau, depois a revisão dos padrões de qualidade de água, os métodos de tratamento, os métodos de bombeamento e a proposta de um sistema simples de bombeamento e tratamento da água.

A unidade de bombeamento e tratamento de água para pequenas comunidades na Guiné-Bissau, possui papel fundamental para o desenvolvimento da nação Guineense, as decisões relacionadas a estes recursos, tomada para cada país, devem levar em consideração as relações existentes entre os

setores energéticos, econômicos, sociais e ambientais, tornando impossível a existência de uma unidade.

A Guiné-Bissau cuja abundância de água, e recursos hídricos torna fonte responsável para consumo, no entanto, o uso de água é um problema em muitas comunidades e se caracteriza com o principal problema para uma saúde pública. Assim de maneira modesta pretendemos neste trabalho ajudar a resolver este problema da água para as tabancas ou para as pequenas comunidades rurais.

## **2- ESTRUTURA DO TRABALHO**

Dois tipos informações são necessárias para compreendermos a importâncias e necessidade deste trabalho de conclusão de curso. Uma parte da informação sobre a realidade da Guine Bissau, país agrário da região africana ocidental, com pequena população, de muitos recursos naturais e de poucos recursos econômicos, marcado por uma política conturbada e de grandes instabilidades desde 1973. Sendo antes foi colônia portuguesa e passou por longo período de guerras pela independência que desagregou o país. O seja um país sem as infraestruturas da modernidade industrial. A outra parte sobre os métodos de bombeamento, elétricos e mecânicos, e sobre as formas de tratamento da água. Lembrando que o trabalho tem como proposta selecionar e construir um método simples e de fácil.

No tópico terceiro deste trabalho com o título: Informações sobre a Guine Bissau; apresentamos a localização geograficas e os dados geográficos e históricos e o cenário econômico e político atual da Guine Bissau. Estes dados permitem um panorama do país e justificam a necessidade da produção de aparatos simples para suprirem as necessidade muito básicas a população urbana e rural. Sendo a nossa preocupação é com a população rural de pequenas localidades. A Guine Bissau é um país caracterizado pela baixa densidade de população nas áreas rurais.

No quarto tópico: Bombeamento e tratamento de água para residências rurais isoladas. Neste tópico apresentamos o delineamento do problema que está sendo tratado. Apresentamos quais são as necessidades mínimas de cota de bombeamento, litros diários e parâmetros sobre a qualidade de água.

No quinto tópico denominado: Revisão das Técnicas de bombeamento e tratamento de água em pequenas quantidades. Neste tópico fazemos uma revisão da bibliografia e estudamos qual solução seria possível.

No sexto tópico: Solução proposta no trabalho. Apresentamos a solução escolhida e apresentamos o desenho esquemático e fotografias do sistema construído.

No sétimo tópico tratamos dos resultados obtidos e fazemos uma conclusão geral.

No oitavo tópicos temos a bibliografia consultada para a elaboração do trabalho.

### 3 - INFORMAÇÕES SOBRE A GUINÉ BISSAU

A República da Guiné-Bissau é um pequeno país da costa ocidental da África, de clima quente e húmido, como uma extensão territorial de 36.125 quilômetros quadrados, sendo uma área pouco menor que a soma dos estados de Sergipe e Alagoas no Brasil, tendo uma parte continental e outra insular com acerca de 88 ilhas e ilhéus, povoado por uma população reduzida de pouco mais de 1,5 milhões de habitantes, faz fronteira com Senegal ao Norte e Guiné- Conacri ao Sul e leste, e com Oceano Atlântico ao Oeste.[16]

Figura 1– Mapa da Republica da Guine Bissau.



Desde a chegada contínua e oficial dos portugueses na Guiné-Bissau no século XV, em 1446, primeiro como comerciantes, estabelecendo trocas comerciais, comprando pano e especiarias tropicais e construindo relações pacíficas, negociando com os chefes locais e depois passando a relações de imposição de forças e construção de fortalezas e instalações militares. Existiu uma longa história de ocupação colonial que termina somente em 1973 com a partida forçada pela guerra de vitoriosa da independência da Guiné Bissau.[16]

Durante aproximadamente cinco séculos os habitantes da Guiné Bissau travaram sangrentas lutas de resistências contra os colonialistas portuguesas que oscilava entre as questões

inerentes a submissão de pagamento de impostos, ao cultivo forçado de colheitas de exportação, trabalhos forçados, serviço militar, obediência as autoridades portuguesa, e até a obtenção da liberdade e aprisionamento e exportação de escravos. Entre as ambiguidades históricas vários chefes locais se aliaram aos portugueses apesar da participação de muitos nos processos de resistências por seus estados. O colonialismo sempre jogou entre parceiros em negócios e reféns de submissão militar. Neste sentido, os chefes dificilmente se aperceberam de que os tratados de amizade que assinaram poderiam arruinar a sua independência e soberania. Estes tratados com alguns chefes locais faziam parte das estratégias utilizadas pelos portugueses para consolidação da ocupação efetiva, além de estimular as rivalidades entre os grupos étnicos.

As resistências fortes surgem entre o século 19 e 20. Neste período intensificam a cobrança de imposto todas as regiões da Guiné-Bissau. Em 1904 o governo português promoveu um esforço de consolidar o domínio da ocupação do território da Guine Bissau.

Em 1956 é fundado o Partido Africano para a independência da Guine Bissau e Cabo Verde e em 1960 se iniciou a longa luta armada contra as tropas portuguesas. Em 1973 sobre a liderança de Amílcar Cabral é obtida a independência. As elites locais nem sempre foram a favor da luta armada e da ruptura com Portugal, no entanto o estado de opressão que existiu as levou optar pela independência. Convém ressaltar que toda a estratégia para a mobilização para a luta traçada pela elite intelectual Guineense objetivada ressaltar a importância das tradições culturais locais, como fator principal da viabilização da luta armada.

Em 1963 as áreas rurais, tanto no centro do país como no sul e norte do país, constituíram zonas libertadas. Essas zonas se configuram como um estado Guineense, dentro do estado colonial. O governo independente promoveu políticas públicas de inclusão entre os membros do partidos através de construções de escolas para formação de quadros políticos, postos médicos, entre outras instancias de organização.

Hoje o país é geograficamente dividido em 8 regiões administrativas: Bolama, Bijagós, Biombo, Bafatá, Cacheu, Gabu, Oio, Quinara, Tombali e Sector Autônomo de Bissau, 36 sectores administrativos, 103 Secções e cerca de 4.500 tabancas (aldeias rurais).[16]

Devido a longa história de migrações de populações de outras regiões a Guiné-Bissau conta com mais de trinta etnias, sendo dividido em cinco grandes grupos étnicos: Balantas (27%), Fulas (22%), Mandingas (12%), Manjacos (11%) e Papeis (10%) e outros (18%). A população conserva muitas formas de religiões tradicionais africanas, consideradas não oficiais e possui fortíssima população mulçumana como também as igrejas católicas e evangélicas.

A data oficial da independência total da Guine Bissau é dia 24 de setembro de 1974.

### **3.1- O Cenário Político e Socioeconômico na Guiné-Bissau**

O sistema político republicano é de semi-presidencialismo. O presidente da república e o primeiro ministro são eleitos pelo sufrágio universal. No sistema o presidente tem mais poder e pode demitir o primeiro ministro e dissolver o parlamento em caso de grave crise política. Os poderes estão divididos em três partes: Judiciário, Legislativo e o Executivo. Sistema que tem provocado constantes crise e golpes de estado.

As bases da econômica são a agricultura, silvicultura, pesca e caça, que representou 47% do PIB em 2015. Neste a maior parte proveniente da exportação da castanha de caju e produção de cereais. O investimento direto estrangeiro tem-se concentrado na área imobiliária, agricultura e turismo (HANUSCH, 2015).

. A agricultura, dominada pela cultura de caju, ocupa uma grande parte da população rural. Ela ainda é marcada pelos seus métodos agrícolas obsoletos e sujeitos às flutuações dos preços de castanhas de caju no mercado interno e externo. O sector agrícola constitui a fonte de rendimento para 85% da população. A agricultura desempenha um papel importante nas contas externas do país, e por isso, tem um impacto significativo na estabilidade socioeconômico da Guiné-Bissau. As exportações agrícolas representam mais de 98% do total das exportações de bens. Ela é de longe o maior empregador de economia, 65% do emprego total e constitui um fator muito influente no nível da pobreza pois pagam salários irrelevantes.

### **3.2- O sector da energia e o potencial energético renovável do país**

Além da pobreza da população outro fator crucial na Guiné Bissau é a falta de energia, tanto elétrica como de combustíveis. O país não tem recursos para compras de petróleo e nem equipamento para produção de energia elétrica (HANUSCH, 2015).

A Guiné-Bissau está confrontado com sérios problemas de aproveitamento energético, decorrentes fundamentalmente de importação de produtos de transporte, da indústria, parte da agricultura mecanizada e do sector residencial dependente do petróleo para iluminação e Gás da Biomassa. A importação de produtos petrolíferos representa cerca de 8% do PIB nominal e 12% do PIB real e o consumo de recursos de origem da biomassa atinge cerca de 82% do consumo total do país. Em 2015, dados oficiais mais recentes, o consumo final de energia atingindo 4.941,63 GWh. A Lenha e o carvão vegetal são as formas de energia com maior procura seguidos dos produtos petrolíferos e eletricidades. O sector residencial continua a ser o sector responsável pela quase totalidade do consumo com 83% do total. A lenha é a forma de energia mais utilizada. Este sector é segundo pelo sector industrial. Outros sectores de atividades econômicas são muito pequenos, correspondem a menos de 4% da atividade econômicas. Como o da agricultura e pescas e outros sectores, foram responsáveis em 2012 por cerca de 0,2% e 1,1%, respectivamente (HANUSCH, 2015).

Com relação a energia elétrica a oferta é permanece insuficiente em todo o país. As interrupções do fornecimento são diárias. Apenas uma pequena parte da população tem acesso a eletricidade estimada em estimada em 11,5% em 2010. Sendo que 30% do consumo está concentrado em Bissau a capital.

A capacidade instalada no país que é injetado na rede de distribuição de 6 KV, 10 KV e 220 V é de aproximadamente 13,7 MW, dos quais, 12,7 MW são da produção publica da EAGB , e 1 MW provem de centrais públicas no interior do país. No entanto, a potência disponível é de 8,5 MW. Assim, iniciativas individuais e coletivas para a produção de eletricidade para atender as suas necessidades e o excedente de produção é distribuídos pelos bairros através de uma rede de 220 V em mais condições de segurança e sustentabilidade. Existem muitos autoprodutores nacionais ultrapassaram a potência instalada, de acordo com as investigações realizadas recentemente pela DGE, sendo as necessidades de produção efetivas, de cerca de 30 MW de eletricidade (HANUSCH, 2015).

Na cidade de Bissau foram identificados pequenos autoprodutores de eletricidade, que criam suas próprias redes para o fornecimento de eletricidade excedente aos bairros circundantes, sendo a capacidade desses geradores inferior a 3 MW.

#### **4. BOMBEAMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA PARA RESIDÊNCIAS RURAIS ISOLADAS.**

Neste tópico apresentamos o delineamento do problema que está sendo tratado. Apresentamos quais são as necessidades mínimas de cota de bombeamento, litros diários e parâmetros sobre a qualidade de água.

##### **4.1- Quantidade de água necessária diária.**

O primeiro problema é a altura de elevação da água. Visto que na Guiné Bissau as terras apresentam muita água, em geral poços de 3 a 4 metros de profundidade produzem água. Estamos, portanto propondo que a cota de altura de bombeamento seja tomada em 10 metros, para podemos depois, tratar a água e distribuí-la por gravidade e dispensando outro bombeamento.

O Ministério da Saúde do Brasil define a água para uso doméstico como água potável e para que a água seja potável e adequada ao consumo humano, deve apresentar características microbiológicas, físicas, químicas e radioativas que atendam a um padrão de potabilidade estabelecido (GRASSI, 2013).

No Brasil os padrões de potabilidade e de controle da qualidade da água obedecem a Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. Cujos indicadores são os seguintes (GRASSI, 2013):

*Qualidade da Água: Entenda os Parâmetros Analisados Cloro e cloroamonificação*

*Cloro e cloroamonificação – O cloro é um agente bactericida. É adicionado durante o tratamento, com o objetivo de eliminar bactérias e outros microrganismos que podem estar presentes na água. O produto entregue ao consumidor deve conter, de acordo com o Ministério da Saúde, uma concentração mínima de 0,2 mg/l (miligramas por litro) de cloro residual. Com o mesmo objetivo, algumas localidades utilizam o método de cloroamonificação no processo de desinfecção da água. De acordo com a*

*Resolução SS nº 50 de 26/04/1995 da Secretaria de Estado da Saúde, a água destes sistemas deve conter um mínimo de 2,0 mg/l como cloro residual total.*

*Turbidez – É a medição da resistência da água à passagem de luz. É provocada pela presença de partículas flutuando na água. A turbidez é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto, e o valor máximo permitido de turbidez na água distribuída é de 5,0 NTU. Cor – A cor é um dado que indica a presença substâncias dissolvidas na água. Assim como a turbidez, a cor é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto. De acordo com a Portaria, o valor máximo permissível de cor na água distribuída é de 15,0 U.C.*

*pH – O pH é uma medida que determina se a água é ácida ou alcalina. É um parâmetro que deve ser acompanhado para melhorar os processos de tratamento e preservar as tubulações contra corrosões ou entupimentos. Esse fator não traz riscos sanitários e a faixa recomendada de pH na água distribuída é de 6,0 a 9,5.*

*Coliformes – Grupo de bactérias que normalmente vivem no intestino de animais de sangue quente. Alguns tipos podem ser encontrados também no meio ambiente.*

*Flúor – O flúor é um elemento químico adicionado à água de abastecimento, pois auxilia na proteção dos dentes contra a cárie. O teor de flúor na água é definido de acordo com o clima e a temperatura de cada região, pois isso afeta o consumo médio diário de água por pessoa.*

Estes parâmetros são selecionados para água com tratamento urbano, sendo para o consumo humano o essencial são os parâmetros de coloração ou turbidez, a água não deve apresentar nenhuma coloração, o que pode ser conseguido com filtração simples. E a ausência de coliformes que depende sempre de um tratamento seja pela fervura da água, pelos tratamentos químicos ou pelos tratamentos luminosos. As bactérias podem ser destruídas por

radiação luminosa. Para águas em grandes quantidades os tratamentos são químicos ou luminosos. Para pequenas quantidades os métodos de fervura ou luminosos.

Devemos lembrar que a água é um dos principais componentes químicos do corpo, sendo quase que 60% do seu peso do corpo de cada pessoa. Cada parte dos sistemas orgânicos são processadores de água, o seu funcionamento é baseado na água. No corpo humano água é parte da corrente sanguínea, funciona no transporte de nutrientes para a celular e também faz parte do sistema que retira as toxinas para fora dos órgãos vitais. A quantidade de água ideal para cada pessoa depende do clima e das atividades físicas realizadas. Em média nos climas quentes é necessário um consumo de 3 litros diários de água por pessoa. Isto para casa com 6 a 8 pessoas apresenta um consumo médio diário mínimo de 18 a 24 litros de água somente para consumo de água potável para beber (SILVA, 2007).

Levando em conta todos os usos da água numa residência com 6 pessoas o consumo está entre um mínimo de 200 litros e uma média de 500 litros (SILVA, 2007).

Vamos fixar para os nossos objetivos a possibilidade de termos uma caixa de 300 litros de água por residência por dia. Finalizando temos como meta esses 300 litros, com uma cota de 10 metros e potável.

Da literatura temos que é necessário bombear a água para a elevação entre o poço e a caixa de água de estoque da água bruta, água não tratada, de pois de filtragem e método de eliminação dos coliformes e a distribuição.

Nesta etapa já indicamos outros problemas sobre as águas na Guiné Bissau para consumo humano, as casas não recolhem as águas das chuvas que poderia ser uma forma de dispensar o bombeamento vindo de poços artesianos. Se as casas fossem construídas com o pé direito mais alto e os telhados, mesmo que em palha tivessem calhas de bambu, a água sem contaminação poderia ser apenas armazenada e filtrada. Isto, portanto ainda não é uma solução, pois implica em mudanças do processo construtivo e a inclusão de calhas de bambu, devendo também haver o plantio mais intenso do bambu com esta finalidade. Mesmo parte do encanamento poderia ser feito de bambu dispensando tubos de metal ou plástico que são materiais importados.

## **5. REVISÃO DAS TÉCNICAS DE BOMBEAMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA EM PEQUENAS QUANTIDADES.**

Neste tópico fazemos uma revisão da bibliografia e estudamos qual solução seria possível.

### **5.1 Métodos de Bombeamento**

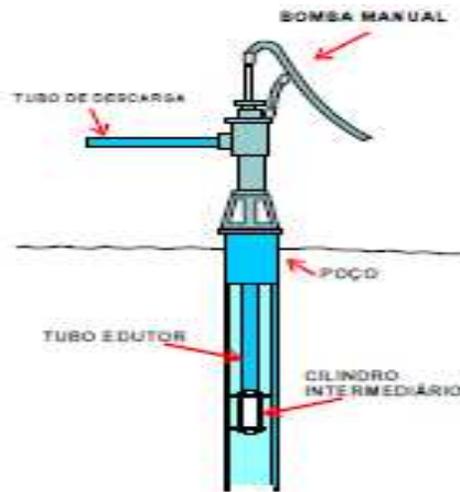
O método de bombeamento é relativo ao tipo de equipamento para elevação da água entre o poço artesiano e caixa de água. Estes métodos podem ser manuais, mecânicos e eletromecânicos. As formas de energia motriz das dos métodos de bombeamento pode ser energia física humana ou animal. Energia eólica em maquinas mecânicas. Energia eólica e maquina eletromecânica, com motores elétricos acionando as bombas, e por energia fotovoltaica acionando a bomba eletromecânica.

No caso de poços artesanais tubulares são três os tipos de bombas encontrados na literatura, bomba manual, bomba catavento e submersa, esta última geralmente de natureza de acionamento elétrico. Cada método de bombeamento possui sua finalidade e suas particularidades, sendo que todos os métodos práticos tem em comum o uso uma tubulação adutora, geralmente de 2 polegadas, tubos de metal ou plástico, podendo ser também bambu, e a tubulação é que conduz a água do poço ao sistema de armazenamento, uma caixa de água (FEITOSA / COSTA FILHO, 1989).

Bombeamento de água manual.

O bombeamento manual mecânico é muito antigo, apresenta uma vazão de água muitíssimo baixa, inferior a 500 litros por hora e não pode atingir grandes profundidades. Funciona com um sistema de sucção da água instalado do lado de fora do poço. Funciona pela ação de uma alavanca como movimento manual. A figura 2 ilustra o sistema.

Figura 2– Bombeamento mecânico manual.

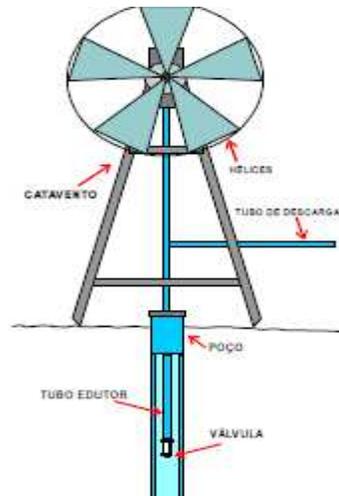


Fonte: (10)

Catavendo – pistão.

Um sistema também antigo é o da utilização de catavendo e um bombeamento de água por um pistão. O sistema depende de uma estrutura metálica sobre o poço para instalação do catavento. É considerado um sistema antigo do uso de energia eólica e de um pistão que funciona dentro do poço artesiano. O movimento de subida e descida do pistão é puxa a água por um tubo até a caixa de água para seu armazenamento. O sistema produz um fluxo contínuo de água de até 3600 litros de água por hora, quando os ventos estão bons. A figura 3 ilustra o sistema.

Figura 3–Sistema de bombeamento catavento-pistão de sucção

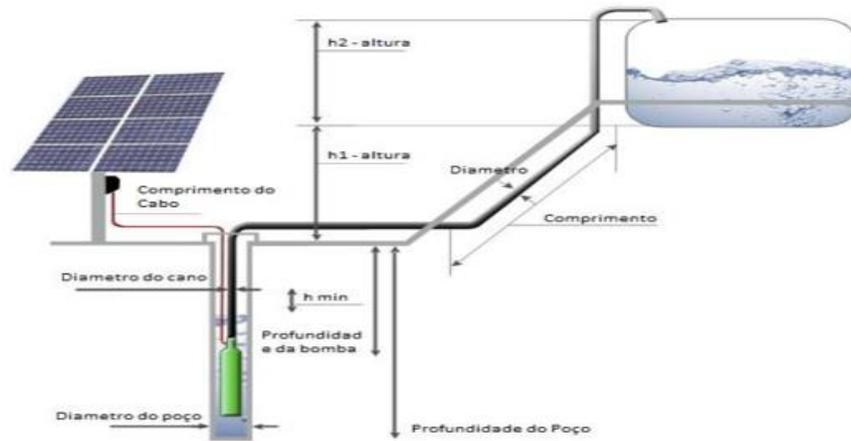


Fonte: (10)

#### Sistemas eletromecânicos de bombeamento.

Para ainda sistemas de baixa vazão da ordem de 3600 litros por hora temos uma gama de bombeamentos acionados por sistemas elétricos. Todos para poços de baixa profundidade, ou seja, com cotas de elevação da água de 20 metros. Os sistemas isolados das redes elétricas funcionam com energia solar fotovoltaica ou com energia elétrica de fonte eólica. As bombas de águas são submersas e um tubo de plástico ou metal conduz a água até um reservatório. O sistema apresenta um quadro elétrico, um cabo elétrico ligando a bomba eletromecânica à fonte de energia elétrica. A figura 4 ilustra um sistema completo de bombeamento com a fonte de energia elétrica fotovoltaica.

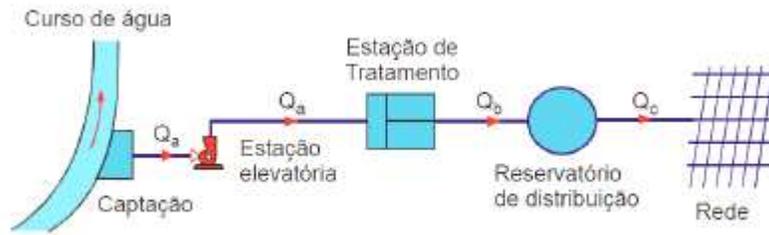
Figura 4– Sistema de bombeamento eletromecânico (Fonte solar).



Vazões de dimensionamento em sistemas de abastecimento de água

Na literatura para dimensionamento dos sistemas de bombeamento e tratamento de água se utiliza o esquema da figura 5. Onde o ponto de captação pode ser uma barragem ou um poço artesiano. Os elementos importantes são o fluxo necessário, a altura de elevação, o sistema de tratamento da água bruta e o reservatório, de onde a água é distribuída para os usuários.

Figura 5 – Esquema geral dos sistemas de captação, armazenagem, tratamento e distribuição de água de pequeno porte.



## 5.2 Técnicas de simples de tratamento de água

Nos estudos sobre a região do semiárido brasileiro é que encontramos muitos trabalhos de tratamento de água por métodos simples e apropriados para pequenas comunidades rurais (VIANA / LOPES/ LIMA, 2009), (ALVES, 2015), (BERTONCINI, 2008). Tanto para a Guiné Bissau, como é destacada para o semiárido do nordeste a obtenção de tecnologias econômicas e de fácil acesso ao tratamento da água é de suma importância para a qualidade de vida das populações e para o combate a doenças de origem sanitárias. Os métodos mais viáveis são de tratamento da água através de plantas em leitos cultivados (MEDEIROS, 2018), filtros ativos (TAVARES, 2008) e métodos por irradiação luminosa (SANTOS; ASSUNÇÃO; SOUZA; SOUSA FILHO, 2015). Os métodos aqui tratados são denominados como alternativos com relação aos métodos para grandes sistemas urbanos (DANIEL, 2001).

## Método de Leitos Cultivados

Os leitos cultivados podem ser classificados como um sistema natural de tratamento de águas residuais são tratamentos de forma simples, sem uso direto de energia, sem grandes tubulações e sem tanques grandes. Usa-se área relativamente pequena com materiais de baixo custo. Os três principais métodos são:

*Leito cultivado com filtro vertical, que consiste em filtros para vazão vertical preenchidos com areia ou pedra britada com o nível de dejetos abaixo do meio suporte para não ocorrer contato com os animais e pessoas.*

*Leito cultivado de fluxo superficial, que consiste no preenchimento comum com terra oferecendo condições ideais para as plantas, chamadas macrofitas. Sendo que a água flui a uma pequena profundidade (0,1 a 0,3m). Apresenta melhores resultados no tratamento terciário.*

*Leito cultivado de fluxo subsuperficial, que consiste basicamente em filtros horizontais preenchidos com pedra britada ou areia para dar sustentação às plantas para que as raízes se desenvolvam. É muito utilizado no tratamento de afluentes de pequenas comunidades.*

Os leitos cultivados podem ser utilizados nos tratamentos primário, secundário e terciário de águas residuais de origem domiciliar, industrial e rural; no tratamento de águas subterrâneas e águas para reuso; no manejo de lado, de águas de escoamento superficial e contaminada com substâncias tóxicas; e na produção de biomassa (PATERNIANI & ROSTON, 2003).

A figura 6 ilustra o funcionamento de um leito cultivado, onde a água entra poluída e sai tratada.

Tabela 1 - Eficiência da filtração lenta



Fonte: Paterniani & Roston, 2003

### Filtração Lenta de Areia

A filtração lenta é importante porque não usa produtos químicos coagulantes ou de outra natureza e apresenta uma construção simples, assim como, manutenção e operação também simples (TAVARES, 2008), (Paterniani & Roston, 2003). São métodos que tem por vantagem a produção de pouco lodo em comparação a outros métodos.

No processo de filtração lenta a água passa lentamente pelas camadas repentinas de areia. Para o filtro ter um bom funcionamento é necessário a água não apresentar turbulência ou variações repentinas de fluxo. O principal fator limitante da filtração lenta é a limpeza dos filtros após funcionamento.

Os Coliformes são geralmente removidos no topo da primeira camada filtrante de areia, onde uma camada biológica é formada. Os coliformes que passam pela camada são mortos por outros microrganismos presentes na mesma, ou são presos pelas partículas da areia e também acabam morrendo.

A tabela 01 em experimentos a eficiência dos filtros na filtração lenta de areia e a figura 7 é uma ilustração de um filtro lento de areia simples utilizado em algumas regiões do semiárido brasileiro, principalmente no trabalho realizado pelo instituto regional da pequena agropecuária apropriada (IRPAA).

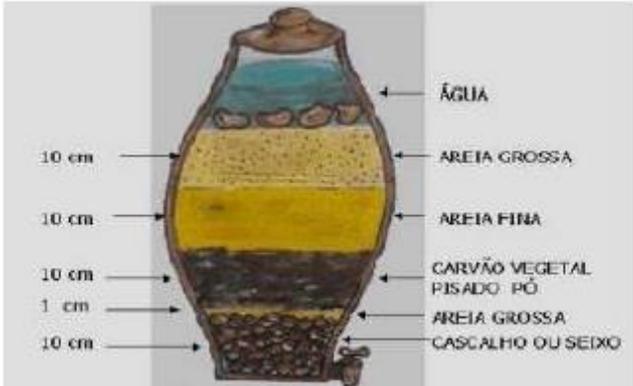
Tabela 01

Parâmetro	Performance e do Filtro Lento Efetivo do Filtro Lento
Cor	Radiação de 30-100%
Turbidez	Radiação para < 1 NTU
Coliformes Fecais	Radiação 95- 100% até 99 – 100%
Cercarias	Virtual remoção de cerarias de schistosoma, cistos e ovos
Vírus	Virtual completa remoção
Matéria Orgânica	60 – 75 de redução
Ferro e Manganês	Largamente removidos
Metais Pesados	30 – 95% de redução

Tabela 2 - Eficiência da filtração lenta

Fonte: Vischer, 1990

Figura 6 – Filtro lento feito de sementes da árvore da Moringa Oleífera



Fonte: (IRPAA, 1996)

A árvore da Moringa oleífera é nativa do norte da Índia, tem grandes cultivos no continente africano e nasce em uma região seca como a do nordeste do Brasil (TREES FOR LIFE, 2003).

Dentro dos diferentes potenciais da Moringa o mais promissor parece ser a função de coagulação primária para filtração. As sementes são usadas por mulheres das comunidades rurais para tratar de alta turbidez do Rio Nilo. Foi observada redução de 80 – 99,5% da turbidez e paralelamente uma redução de 90 – 99,9% de bactérias (MUYIBI & EVISION,

1994). A semente da moringa oleífera contém quantidades significativas de proteínas solúveis com cargas positiva. Quando o pó das sementes é adicionado a água turva, as proteínas liberam cargas positivas atraindo as partículas carregadas negativamente, como barro, argila, bactérias, e outras partículas tóxicas presentes na água. O processo de floculação ocorre quando as partículas se ligam com as cargas negativas formando flocos, agregando as partículas presentes na água. A filtragem pelas sementes da moringa somente são eficientes em baixa velocidade do fluxo da água, pois o período de residência deve ser grande, da ordem dezena de minutos. O efeito de tratamento biológico da Moringa se deve a dois fatores: primeiro, uma grande parte de microrganismos fisicamente ligados a partículas em suspensão na água ficam eliminados junto com o lodo retido. Além dessa propriedade, uma pesquisa de Jahn, mostrou que os cotilédones da Moringa contém uma substância antimicrobiana o tratamento biológico da água (JAHN, 1998).

A Moringa não garante que no final a água estará 100% livre de patogênicos. A água estará limpa e bebível mas não completamente purificada. A Moringa reduz drasticamente o número de partículas suspensas e também reduz a quantidade de microrganismos. Conseqüentemente esse método reduz diversas doenças causadas pela água contaminada.

Uso da semente de Moringa como coagulante, apresente algumas vantagens e desvantagens (SCHWARZ, 1996), como:

*Vantagens:*

- *Método fácil e barato para países em desenvolvimento (especialmente em tratamento caseiros);*
- *A eficiência não depende do pH da água bruta;*
- *O processo não modifica o pH da água;*
- *Não altera o sabor da água, não ser que seja adicionada uma dose muito alto;*

*Desvantagens*

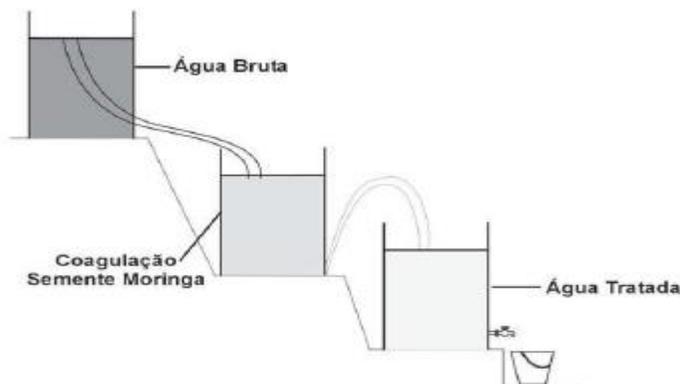
- *O tratamento clarifica a água e a torna e, boas condições para beber, mas a água pode possuir alguns poucos germes de patogênicos ou microrganismos.*
- *O coagulante não pode ser utilizado na sua forma pura, ele deve ser preparado antes.*

### Tratamento de água utilizando semente de moringa.

Aqui temos alguns esquemas de tratamento de água com a matéria orgânica da semente de moringa.

São necessários tanques de capacidade de 50 litros, podendo ser utilizados galões de óleo lubrificantes desde que bem lavados. Os tanques são colocados em planos diferentes para o método funcionar por gravidade. A água não tratada, ou água bruta é colocado no nível mais alto e no qual são adicionadas as sementes de moringa em doses de 24 gramas moída. Neste nível é produzido o processo de coagulação e floculação da matéria indesejada contida na água bruta. A água é transferida para o segundo recipiente por uma mangueira que deve ficar 10 cm acima do fundo do primeiro tanque, pois no fundo fica depositado o lodo a ser descartado. A água do primeiro tratamento é transferida ao segundo tanque que sofre outro tratamento com as sementes de 12 gramas. Por fim a água tratada é armazenada num terceiro recipiente e está pronta para ser bebida. O esquema do sistema é apresentado na figura 8.

Figura 7– Esquema do tratamento de água com sementes de moringa.



Fonte: (THE MIRACLE TREE, 2003).

Um roteiro de como tratar a água com sementes de moringa é apresentado em seguida

Remover as asas das sementes da Moringa, somente utilizar as sementes cujos cotilédones não apresenta óbvios sinais de descoloração e /ou extrema dessecação.

Num pilão, moer as sementes;

Adicionar a quantidade necessária das sementes moídas de acordo com a turbidez da água a um pouco de água limpa e agitar por 5 minutos. Irá formar uma solução leitosa;

Adicionar essa solução na turva, armazenada em e misturar rapidamente por 2 minutos;

Depois misturar lentamente por 10 a 15 minutos;

Deixar descansar, sem mexer por uma hora ou mais (dependendo do nível de turbidez da água, enquanto menor a turbidez, maior é o tempo de espera)

Depois disso, espere a água clarificada das partículas sólidas do fundo do recipiente. Não se deve esperar muito tempo para fazer isso, pois o efeito da Moringa pode passar e a água voltar a ficar suja.

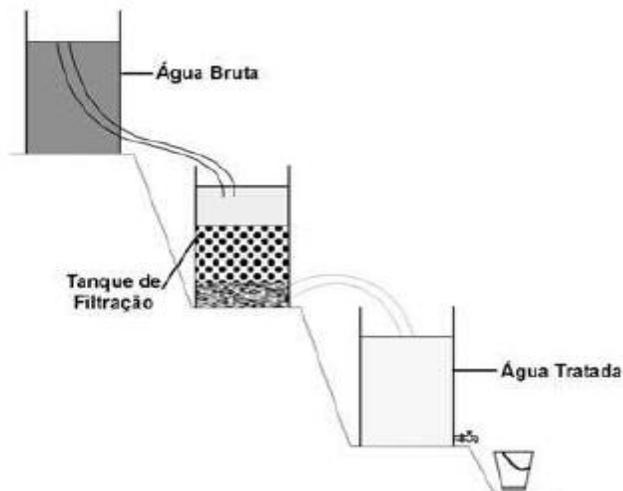
### **Sistema de simplificação de Tratamento de água Utilizando filtro lento Areia**

Com base em Andrade (1997) o filtro de areia pode ser construído em camadas com a composição abaixo:

- Camada de 10cm de pedra;
- Camada de 1 cm de areia grossa;
- Camada de 10 cm de carvão vegetal em pó;
- Camada de 10 cm de areia fina;
- Camada de 10 cm de areia grossa;
- Camada de 2 cm de brita.

Entre as camadas foram colocados pedaços de finos de tecidos para facilitar o processo de lavagem do filtro. Na figura 9 é apresentada a disposição do sistema de tratamento com filtros de areia.

*Figura 8 – Disposição do sistema de filtro da areia (Filtro lento)*



Fonte: (THE MIRACLE TREE, 2003).

### Tratamento de água em Comunidades Rurais por Meio da Radiação Solar

Estudos da Universidade Estadual da Paraíba utilizaram garrafas pet e mangueiras transparentes para realização de um método de desinfecção de água para o semiárido com bons resultados (NEVES / SANTOS / LEAL / GOMES, 2016). Sendo que a exposição seguinte é toda baseada neste trabalho.

A figura 10 ilustra o método simples por energia solar para tratamento de água. Num estágio se remove as partes sólidas contida na água bruta e depois a desinfecção é realizada pela energia solar incidente na garrafa plástica de pet.

Figura 9 - Esquema do método da desinfecção por radiação solar.



Fonte: Paterniani & Roston, (2003)

Na aplicação do artigo temos um protótipo apresentado na figura 11. O protótipo constituído por um garrafão de água de 20L conectado, através de uma torneira, a uma mangueira flexível cristal com comprimento de dez metros e diâmetro de uma polegada. A mangueira foi fixada por presilhas sobre uma placa de cinco de formato retângula de um metro por 50 centímetros. A água flui por gravidade e o fluxo pode ser controlado pela abertura da torneira.

Figura 11 – Protótipo simples de tratamento de água por energia solar.



Fonte: Paterniani & Roston, (2003)

O tempo de exposição foi de seis horas, das 09:00h as 15:00h. utilizando o período de maior incidência solar. O Quadro 1, a seguir, apresenta os parâmetros analisados e os respectivos métodos utilizados para sua obtenção.

Tabela 02

<b>Parâmetro</b>	<b>Método Utilizado</b>
Turbidez	Absorptometric Method - 8237
Cloreto	Método Argentometrico – NBR 5759 - 1975
Dureza Total	Método Titulometrico do EDTA – NBR – 12621: 1992
pH	Método Eletrômetro – NBR – 12339: 1999
Coliformes Termotolerante	Método dos Tubos Múltiplos – CETESB L5 202/93
Coliformes totais	Método dos Tubos Múltiplos – CETESB L5 202/93

*Tabela 3 - Métodos utilizados para determinação dos parâmetros*

Tabela 03

Parâmetros	Padrão de Potabilidade (Brasil, 20011)	Poços (6h de Exposição)			
		Poço 01		Poço 02	
		In Natural	Após o Processo	In Natural	Após o Processo
pH	6.0 a 9.5	5,12	5,24	5,44	5,53
Cloreto (mgCl/L)	250*	120	117	136	135
Dureza Total (mg CaCO <sub>2</sub> /L)	500*	115	110	132	120
Turbidez (FTU)	5*	75,16	29,61	83,63	39,10
Coliformes Totais (NMP org/100mI)	Ausente	510	< 1,8	540	< 1,8
Coliformes termotolerantes (NMP org/100mI)	Ausente	200	< 1,8	240	< 1,8
Radiação Solar W/m <sup>2</sup> )			336,7		
Temperatura Ambiente (°C)			29,4		

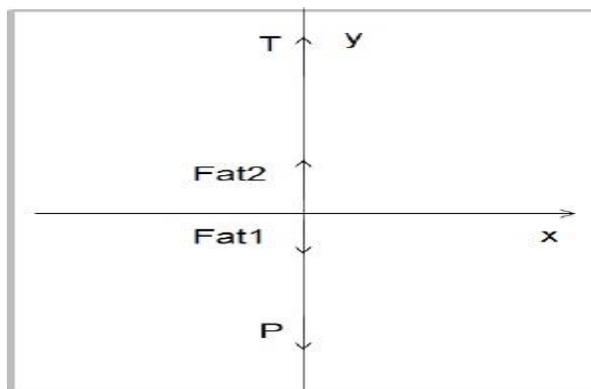
*Tabela 4 - Apresenta os resultados obtidos mostrando a eficiência do método.*

\*Valor máximo permitido

## 6. SOLUÇÃO PROPOSTA DO TRABALHO

**6.1** A bomba de elevação trabalha sob as leis da mecânica onde a água contida no poço é elevada para o nível acima do solo, por pistões de borracha amarradas a uma corda. Os pistões se movem através de uma força aplicada por uma manivela ligada a corda. No tubo de elevação existem várias forças atuantes, as principais descritas na imagem abaixo:

Figura 10



Fonte: Autor

Onde  $T$  é a tensão na corda que é igual a força aplicada pelo operador na manivela giratória;  $F_{AT1}$  e  $F_{AT2}$  são as forças de atrito entre água e o PVC do tubo num determinado instante, e  $T_{AT1}$  é uma força de atrito contrário ao movimento da bomba, logo  $F_{AT1}$  é uma força resistiva indesejada, pois sua existência torna necessária uma maior aplicação de força pelo operador da bomba na manivela; já  $F_{AT2}$  é força de atrito contrária ao movimento de perda de água em volta dos pistões, assim essa é uma força que ajuda na eficiência da bomba, pois reduz o desvio da coluna de água

### 6.1.1 Construção

Essa máquina foi construída com tubos de PVC, corda, pistões em borracha e um aro de

bicicleta fixada em um suporte e acoplada a uma manivela de uso mecânico. No fundo do poço fica um mecanismo construído com tubo, uma luva e duas roldanas onde a corda passa cada e entra no cano de 25 mm, que servirá como guia de elevar a água para cima, aonde vai ser armazenado no reservatório

A maior parte desses materiais são sucatas, e alguns são facilmente encontrados em lojas de materiais de construção. Por exemplo, Corda, Luvas, Te, Joelho e Polytubes de 17g. O aro de bicicleta e o suporte de aro são encontrados em oficinas de bicicletas, no experimento realizado foram utilizados vários materiais reciclados, sendo necessária a aquisição de alguns materiais, por exemplo, madeiras, ferros foram encontrado no sucatas.

#### TABELA DE MATERIAIS COMPRADOS

Tabela 04

QTD	DISCRIMINAÇÃO	TOTAL
03	Luva 50x25 mm	8,68
01	Mt. Tubo – 25 mm	6,25
01	Corda 3 m	2,20
01	Adesivo 17g	1,55
02	Te	1,02
01	Cano 40 mm	2,00
01	Aro de bicicleta e suporte	10,00
04	Esmalte (Tinta)	16,00
	Total	41,7

Tabela 5

Fonte: Autor

**6.1.2** A bomba de elevação pode ser dividida em três partes: Superior, Inferior e Tubulação

### 6.1.3 Parte Superior.

*Figura 11*



Fonte: Autor

Na parte superior da bomba, a peça mais importante é o arco de bicicleta por conta do seu formato que proporciona maior atrito entre o arco e a corda impedindo, assim, que a corda escorregue e saia na posição correta. Um fator decisivo para escolha do arco é o diâmetro, pois influencia no perímetro que está diretamente relacionado a quantidade de água elevada por minuto pela bomba

Outra parte crítica da parte superior é a manivela, que sofre ação do operador para gerar movimento na bomba. Devido a irregularidade do movimento exercido sobre ela, é necessário que haja um folga entre o arco e a manivela, pra maior durabilidade da bomba. A manivela também foi feita com material da oficina de bicicleta, onde foi realizado pedal de bicicleta que permite o formato desejado para o usuário girar a bomba. O arco de bicicleta foi travada na manivela através de ferro de bicicleta, assegurando que cada volta completa na manivela uma volta será dada no arco, por outro lado, aro de bicicleta e manivela foi travada nas madeiras

*Figura 12*



Fonte: Autor

Para ressaltar o arco é necessária uma estrutura, que pode ser de concreto, para casos em que a bomba ficará permanente num mesmo lugar ou pode ser feita de estruturas metálicas, ou de madeira. É evidente que estruturas de concreto são mais duráveis do que as outras, mas no experimento foi utilizado uma estrutura de ferro, sem custo, de rápida montagem e alta flexibilidade para locomoção comparada as estruturas de concreto.

Outra parte da estrutura é a proteção do arco, que pode tanto ser metálica quanto de madeira, que foi escolhida para o experimento.

*Figura 13*



Fonte: Autor

## 6.2 – Parte Inferior

A parte inferior também é muito importante, já que é nele que se produz a mudança de sentido da corda com os pistões na zona submersa do poço. A corda sai do tubo de retorno da corda de elevação. Ela de ser feita de concreto, madeira ou metal pintado com tinta antioxidante, sendo fundamental que o material que compõe essa parte não contamine a água do poço. No experimento realizado foi utilizada uma roldana presa a uma estrutura de madeira reaproveitada, a tubulação deve chegar próximo a estrutura e permitir que a corda passe livremente na roldana, para que haja a mudança de sentido do movimento.

*Figura 14*

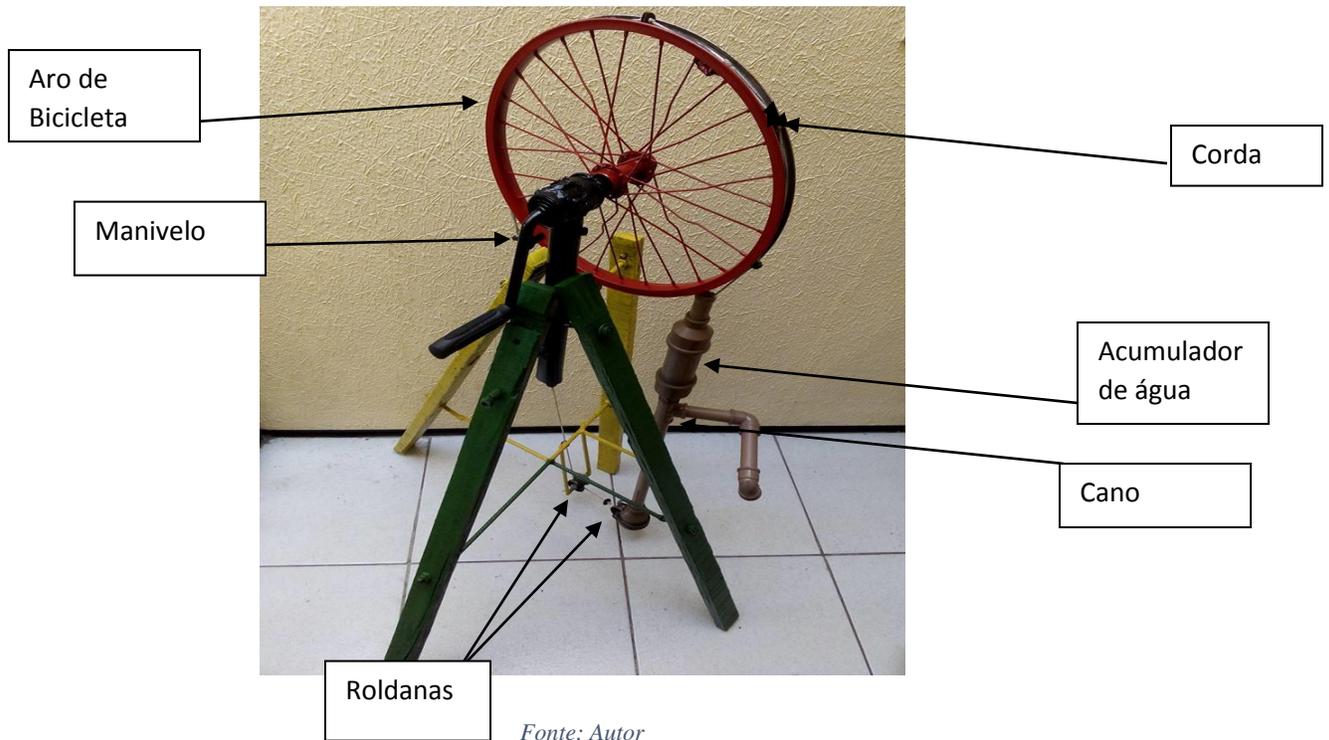


*Fonte: Autor*

### 6.2.1- Máquina completo

Máquina é composto com aro, ferro, pedal (tudo de bicicleta), corda, pistões feito de borracha de câmara de ar, madeiras, ferros, roldanas, parafusos, cano de 25mm e de 40mm cotovelo e luvas

Figura 15



Fonte: Autor

### 6.2.2 - Tubulação

Para saber qual o melhor diâmetro de tubo a utilizar deve-se levar em consideração a profundidade do poço, para assim ter uma noção de qual o mínimo esforço necessário para o operador da bomba. Tanto como princípio que a força exercida na manivela é o peso da coluna da água no tubo de elevação naquele momento, temos:

$$\vec{F}_M = h \cdot \varnothing_T$$

Onde:

$\vec{F}_M$  = força aplicada na manivela, em Kgf;

h = profundidade ( altura ) do poço, em metros;

$\emptyset_T$  = capacidade do tubo, em litros/metros;

Tabela 05

Diâmetro do Tubo (mm)	Capacidade (L/m)
20	0, 227
25	0, 366
32	0, 607
40	0, 948

Fonte: Autor

Para o experimento realizado, foi utilizado um tubo de 25 mm numa altura de 1,2m, assim temos:

$$\vec{F}_M = 1,2 \times 0, 366$$

$$\vec{F}_M = 0,4392 \text{ Kgf}$$

A montagem da bomba necessita de dois tubos, uma de elevação, onde a água sobe, de um retorno, e por último de um **ladrão ou latão** onde a água elevada será lançada numa espécie de reservatório. Para não esborrar água na saída da corda, foi instalado uma adaptação no tubo de 25 mm A água se acumula do tubo mais largo e sai por um cano “ladrão” de 40mm e duas luvas de 50 por 25mm, permitindo elevar 10 litros de água em 51 segundos.

### 6.2.3 - Corda

Corda nylon é a peça fundamental da bomba, no entanto esta última e que oferece melhor resultado, pois tende a possuir melhor tendência com o arco e assim escorregar menos. A corda deve ser duas vezes o comprimento da profundidade do poço, mais um metro e meio ou dois metros para volta no arco e na estrutura inferior e mais 2,5% para compensar as perdas nos nós. Uma corda de 3mm atende profundidades de até 30m, acima disso é recomendável utilizar cordas de 6mm de espessura.

*Figura 16*



Fonte: Autor

Os pistões necessitam de um furo no meio para passar a corda, logo após cada pistão é necessário fazer um nó na corda para que siga o movimento aplicado na corda e carregue a água. No experimento foi colocado um pistão a cada 20cm de corda.

### **6.3 – Manutenção**

Como em todas as máquinas que possuem partes moveis, a manutenção preventiva é necessária para um perfeito funcionamento, melhor desempenho e máxima duração. Uma bomba de elevação pode durar aproximadamente oito anos, para isso, no entanto, é essencial realizar algumas manutenções preventivas básicas:

Regular a tensão da corda: com o passar do tempo e o desgaste causado pela utilização da bomba, a corda tende a se dilatar. A corda bem tensionada é um dos aspectos mais

importantes para o bom funcionamento e rendimento da bomba. Um modo de verificar a tensão é pressionar a corda com dois dedos se girá-la, se ela permitir 90° significa que a tensão é insuficientemente será preciso regular a tensão da corda com novos nós.

Substituição da Corda: os pistões que são fundamentais para elevação da água e a corda são as partes da bomba que sofrem maior desgaste. Logo, sua substituição é uma tarefa indispensável. Apesar de não existir uma regra, a corda deverá ser substituída quando se observar um fio cortado ou danificado, para isso, basta amarrar a nova corda, já com os pistões instalados à corda com sinais de desgastes e fazê-la passar pela tubulação como um guia, atendendo-se a correta direção dos pistões, e por fim remover a corda antiga.

Lubrificação dos rolamentos: o desgaste dos rolamentos é muito baixo haja vista que trabalham com pouca carga e velocidade, entretanto uma lubrificação regular auxilia no rendimento. Dessa forma, lubrificar os rolamentos três vezes por ano é suficiente para alargar a vida útil da bomba.

## **7- RESULTADOS SISTEMA DESENVOLVIDO.**

O sistema desenvolvido como bombeamento manual e que pode ser instalado um motor elétrico, do tipo de 12 volts Corrente contínua, de acionamento de para-brisa de automóveis. Produz uma vazão de até 100 litros de água por hora e funciona até um desnível de 10 metros.

O método de tratamento de água utilizou o da filtração em filtro de vela doméstico e depois a desinfecção por ultravioleta. A luz solar nas garrafas de pet possibilita esta desinfecção. Não conseguimos ainda fazer a avaliação microbiológica da água obtida, estamos apenas acreditando nos resultados promissores apresentados na literatura.

Desta forma podemos afirmar que durante o trabalho estudamos os métodos presentes na bibliografia, realizamos um sistema simples e de baixo custo ideal para as comunidades isoladas da Guiné Bissau. O sistema utiliza apenas sucata de dispositivos fáceis de conseguir mesmo na Guiné Bissau.

Pretendemos no ano próximo instalar o sistema em algumas localidades na Guiné Bissau, com o apoio de algumas organizações religiosas que atuam na região e também desenvolvermos um curso de orientação das comunidades sobre a construção de banheiros secos e do tratamento da água. O desenvolvimento deste trabalho ajudou a compreender em muito os problemas sobre as doenças de fundo sanitárias a forma de resolvê-los. Embora não se trate de um trabalho típico dos cursos engenharia elétrica este tem um foco social e certamente uma grande utilidade.

## 8- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

[1]-ANDRADE, C.O.N. Sistemas simples para tratamento de esgoto sanitário: experiência brasileira; vol. 1. Rio de Janeiro: ABES, 301 p. 1997.

[2]-AGENDA DE AÇÃO PARA A ENERGIA SUSTENTÁVEL PARA TODOS NA GUINÉ-BISSAU. Período 2015-2030.

[3]-[http://www.ecreee.org/sites/default/files/documents/news/web\\_agenda\\_de\\_acao\\_optimizada.pdf](http://www.ecreee.org/sites/default/files/documents/news/web_agenda_de_acao_optimizada.pdf)

[4]-ALVES. F. G. C. Abastecimento de comunidades rurais do semiárido nordestino: o caso da Comunidade de Cristais, Cascavel/CE. 2015. 79f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2015.

[5]-BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

[6]-BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. Tecnologia & Inovação Agropecuária, São Paulo – SP. 2008.

[7]-BDCLIMA: Banco de Dados Climáticos do Brasil. Disponível em: <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 22 de abril de 2016.

[8]-CAPRINET. **Moringa**: purificadora de água e fonte de vitamina A. Disponível em: <http://www.caprinet.com.br/artigo14032003-02.shtml>. Acesso em: 07 jul.2004.

[9]-CLIQUE SEMI-ÁRIDO. **Semi-árido**: características. Disponível em: <http://www.cliquesemiario.org.br/inicial.asp>. Acesso em: 25 ago. 2004.

[10]-CONESP – Manual Prático para dimensionamento e utilização de compressores de ar em bombeamento de poços. Recife, CONESP/SUDENE, 1987.

[11]-DANIEL, Luiz Antonio et al. Métodos Alternativos de Desinfecção da Água. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2001. 139 p.

[12]-FEITOSA, FERNANDO A. C. e COSTA FILHO, ALEZA WALDIR DUARTE. Execução de Testes de Bombeamento em Poços Tubulares. Programa de Perfuração, Instalação, Recuperação de Poços e Aplicação de Técnicas de Dessalinização de Água Subterrânea. Agosto de 1989.

13-GRASSI, Marcos. Qualidade da Água Consumida Qualidade da Água Consumida pelos Brasileiros. pelos Brasileiros Oficina do Eixo Meio Ambiente, Clima e Vulnerabilidades. Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná (UFRP), 2013.

14-HANUSCH, Marek. GUINÉ-BISSAU. Memorando Econômico do País. TERRA RANCA! UM NOVO COMEÇO. Relatório N. 58296-GW. 12 de Janeiro, 2015.

15-LEMONS, Mário Matos. *Os portugueses na Guiné-Bissau. Apontamento para uma Síntese*. Lisboa: Ed. Crédito Predial Português, 1996.

16-MENDY, Peter Karibe. *Colonialismo português em África: a transição de resistência na Guiné-Bissau (1879-1959)*. Lisboa: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa, cop. 1994. Il.: Kacu Martel.

17-MEDEIROS, Lídia Batista Pereira. Sistema leito cultivado para tratamento de águas residuárias voltado para o reuso não potável em residências unifamiliares do Distrito Federal. Brasília: Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. UNB. 2018.

18-Ministério da Saúde: **Manual de Educação para o Consumo Sustentável. Água. Erro! A referência de hiperlink não é válida.**

19-NEVES, Yuri Tomaz; SANTOS, Laercio Leal dos; LEAL, Erick dos Santos; GOMES, Bruno Menezes da Cunha. Energias renováveis tratamento de água em comunidades rurais por meio da radiação solar. Anais do XIV ENEEAmb, II Fórum Latino e I SBEA – Centro-Oeste. 2016.

20-SANTOS, Daisy Cristina Monteiro dos; ASSUNÇÃO, Lídia Ferreira; SOUZA, Fellipe Borges de; SOUSA FILHO, José Waldir. Desinfecção de água para consumo humano por irradiação ultravioleta. UNIUBE- Educação e Responsabilidade social. 9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015.

21-SILVA, Sara Ramos da. O papel do sujeito em relação à água de consumo humano: um estudo na cidade de Vitória-ES. Tese de doutoramento em Meio Ambiente e saneamento. Universidade Federal de Minas Gerais. 2007.

22-TAVARES, B.M. (2008) Utilização de colunas verticais de filtração em manta e areia como pré-tratamento de filtro lento. 2008. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira. 2008.

23-VIANA, F. C; LOPES, J. D. S; LIMA, F. Z. Manual de Tratamento de água no meio rural. Viçosa, CPT, 2009. 100p.