

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**GUILHERME AUGUSTO GONÇALVES DE SOUZA SAULO ARAÚJO DA CUNHA**

**MANUAL PARA MONTAGEM DE SISTEMA PARA TRATAMENTO DE  
ÁGUA VIA PIRAMIDE SOLAR**

**VOLTA REDONDA- RJ  
2020  
FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA**

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MANUAL PARA MONTAGEM DE SISTEMA PARA TRATAMENTO DE**  
**ÁGUA VIA PIRAMIDE SOLAR**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do UniFOA como requisito à obtenção do título de bacharel em Engenheiro Ambiental

Alunos:

Guilherme Augusto Gonçalves de Souza

Saulo Araújo da Cunha Orientador:

Prof<sup>a</sup> Dra Cirlene Fourquet Bandeira

Coorientador:

Prof<sup>a</sup> Me Ana Claudia de Almeida Cardinot

**VOLTA REDONDA- RJ**

**2020**

**Anexo 10**  
**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

**MANUAL PARA MONTAGEM DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA POR  
DESTILAÇÃO VIA PIRÂMIDE SOLAR**

Elaborado por **GUILHERME AUGUSTO GONÇALVES DE SOUZA / 201610170** e  
**SAULO ARAÚJO DA CUNHA / 201711130** apresentado publicamente perante a Banca  
Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso Engenharia Ambiental.

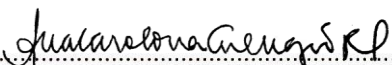
Aprovada em 04 de novembro de 2020.

Banca Avaliadora:



Professor Orientador

Cirlene Fourquet Bandeira, Doutora, UniFOA



Professor Avaliador

Ana Carolina Callegario Pereira, Doutora, UniFOA



Professor Avaliador

Sérgio Roberto Montoro, Doutor, UniFOA

Dedicamos esse trabalho a Deus pelo Dom da vida. Dedicamos também em especial à nossa professora e orientadora Cirlene Fourquet Bandeira pelo apoio e paciência durante esse projeto. Enfim a todos nossos familiares e amigos com o apoio e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço à Deus, por ter me concedido, força e disposição durante o curso, e ter essa oportunidade de me torna um profissional como Engenheiro Ambiental.

Em especial à professora e orientadora Cirlene Fourquet Bandeira, pela dedicação e sua paciência serviram como pilares de sustentação para a conclusão deste trabalho.

Agradeço aos meus pais Miguel Antônio Lopes de Souza e Ivanete Andrade Gonçalves Souza, que me deram todo apoio e incentivo nas horas difíceis durante o curso. Sou grato também a meu irmão Gustavo Gonçalves Souza, com o apoio e a coragem de forma positiva de incentivo.

Além disso, agradeço a meu amigo e parceiro de curso desse projeto Saulo Araújo que sempre me ajudou com sua vasta experiência desde o início deste projeto de pesquisa. Enfim a todos os professores da instituição do Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA, aos familiares e amigos que fizeram parte dessa conquista. (Guilherme Augusto Gonçalves de Souza).

Agradeço, primeiramente, a Deus pela oportunidade, força e bênçãos durante toda a caminhada até a graduação em Engenharia Ambiental.

Quero agradecer também a professora e orientadora Cirlene Fourquet Bandeira e meu amigo e parceiro de trabalho de conclusão de curso Guilherme Souza, por toda paciência, apoio e dedicação prestados até a conclusão desde trabalho.

Agradeço aos meus Pais, Alex Cunha e Jussara Souto, aos meus avós Neusa Cunha e Waldir Cunha, juntamente a todos os familiares que foram importantíssimos durante todo o andamento do curso e me manterem firme e focado.

Agradeço também a minha namorada Ana Carolina Campos pelo apoio, compreensão e parceria em todos os momentos.

Obrigado, por fim, a todos os professores e equipe do UniFoa, por todo suporte e estrutura para podermos explorar ao máximo esse curso maravilhoso.

(Saulo Araújo da Cunha)

*A persistência é o caminho do êxito.*  
(CHARLES CHAPLIN)

## RESUMO

A crise hídrica atual, somada ao aumento populacional vem causando preocupações à várias nações. Esta escassez de água tem provocando racionamento e, em alguns casos, o aumento significativo de tarifas de fornecimento hídrico e energético. Somado a isto, muitas fontes de água não são próprias para consumo devido a contaminações por esgoto ou despejos industriais levando cidades a situações desesperadoras. Com esta problemática em mente, vários métodos foram estudados, chegando-se a um que é de fácil manufatura, apresenta baixo custo e que proporciona uma solução rápida e prática de tratamento de uma quantidade de água considerável que é denominado de pirâmide solar. Em função disto, este projeto visou propor um manual para construção de um sistema de pirâmide solar para purificação de água. A metodologia consistiu no desenvolvimento de um protótipo formado por um recipiente que é abastecido, constantemente, com água e uma cobertura de vidro em forma piramidal que possibilita a passagem dos raios solares para aquecimento do líquido. Este sistema forma uma estufa que aquece a água que ao evaporar, acaba por condensar na cúpula, e escorre para as canaletas laterais. Esta água purificada, é armazenada e pode ser utilizada em zonas residenciais quanto nos setores industriais.

**Palavras-chave:** Manual de montagem, Destilação solar; Radiação solar; Pirâmide solar; Potabilidade de Água.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Problema abordado .....	14
1.2 Justificativa .....	15
1.3 Estratégias de pesquisa .....	15
1.4 Estrutura do projeto .....	16
1.5 Objetivo Geral .....	16
1.5.1 Objetivos Específicos .....	16
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 Desenvolvimento sustentável e a Água .....	17
2.2 Distribuição de água no Brasil e no Mundo .....	18
2.3 Energia Solar .....	22
2.4 Potencial solar no Brasil .....	23
2.5 Destilação Solar .....	26
2.6 Estudos prévio sobre Padrões de Potabilidade da água .....	26
<b>3 MATERIAIS E METODOLOGIA .....</b>	<b>28</b>
3.1 Materiais .....	28
3.2 Metodologia .....	30
3.2.1 Bacia de Destilador Solar .....	30
3.2.2 Suporte e Cobertura .....	31
3.2.3 Determinação da melhor inclinação da lâmina de vidro .....	32
3.2.4 Canaleta .....	33
3.2.5 Isolamento .....	33
3.3 Operação do sistema de destilação .....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>35</b>
4.1 Montagem do sistema de destilação .....	35
4.1.1 Bacia de Destilador Solar .....	35
4.1.2 Suporte e Cobertura .....	35

4.1.3 Isolamento .....	35
4.2 Montagem do manual .....	36
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>6 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>38</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>42</b>
<b>Anexo 1 .....</b>	<b>42</b>

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação dos materiais utilizados para construção do destilador .....	29
Quadro 2 - Comparativo de materiais para o tanque .....	30

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Índice de incidência solar de acordos com as regiões brasileiras .....	24
---	----

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma do Protótipo e suas etapas .....	15
Figura 2 - Gráfico de distribuição do Consumo de água por setor .....	19
Figura 3 - Gráfico de distribuição do consumo de água doméstico.....	20
Figura 4 - Gráfico de distribuição de água e projeção do consumo até 2025 .....	21
Figura 5 - Mapa do brasil de incidência solar.....	24
Figura 6 - Produção Anual de energia térmica por área do coletor.....	25
Figura 7 - Esquema de Funcionamento do Destilado solar .....	26
Figura 8 - Desenho esquemático da cobertura do destilador.....	31
Figura 9 - Determinação da melhor inclinação da lâmina de vidro.....	32
Figura 10 - Destilador caseiro .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável ganhou relevância a partir da década de 90, quando algumas ações começaram a implantar sistemas de gestão visando alcançar objetivos que consideravam o meio ambiente como uma variável importante nos projetos. Nestes trabalhos, foram abordados a redução do consumo energético, implementação de alternativas a matérias primas, lançamento no mercado de produtos economizadores de água (torneiras automáticas, bacias sanitárias economizadoras) e energia, entre outros (CIB, 1999).

Dentre as variáveis estudadas, o consumo de água é, até hoje, um ponto fundamental, uma vez que a gestão deste recurso, visa garantir que haja água para as futuras gerações, pois sem ela a vida no planeta é insustentável (KALBUSCH, 2006).

Apesar destes estudos, outros indicadores apontam para uma escassez de água potável iminente que será um problema mais sérios enfrentado pelas gerações futuras. A água doce corresponde a apenas 2,5% de toda água existente no planeta, sendo que apenas 0,001% deste total está disponível e acessível ao consumo humano (SAUTCHUK *et al*, 2005).

Sendo assim, as ações para conservar a água passam, não somente, pela gestão da oferta, mas, principalmente, pela gestão da demanda desse recurso. Portanto, são necessários investimentos em novas tecnologias e na busca de soluções alternativas que permitam ampliar a oferta, bem como a eficiente gestão da demanda, reduzindo índices de desperdícios e perdas (SINDUSCON-SP, 2005).

Nesse contexto a região do Médio Paraíba do Sul, famosa pela alta disponibilidade de água através do Rio Paraíba do Sul, que auxilia e colabora com as cidades do entorno em vários aspectos e áreas como industrial, pecuária e turística, se apresenta com grande potencial para implantação de projetos inovadores relacionados a este tópico, visto que, nas últimas décadas, com o crescimento demográfico acelerado, este recurso vem sendo cada vez mais explorado, de forma, muitas vezes, incorreta. Devido a isto, o nível de poluição causado, principalmente, por atividades humanas e industriais, que atinge todo o percurso do rio, vem alcançando índices que tornam a água imprópria para consumo humano ou animal sem tratamento prévio (CEIVAP, 2019).

Estes tratamentos são normalmente custosos e elevam o preço final deste recurso essencial a vida a patamares inalcançáveis a uma parcela da população mais pobre (CEIVAP, 2019).

Em decorrência disto, inúmeros estudos que visam tratar a água e permitir seu uso têm surgido. Dentre estes, os que utilizam energia limpa, com baixo custo, vem se destacando (CEIVAP, 2019).

Dentre estes, o tratamento de água por destilação via pirâmide solar é uma alternativa que permite suprir as necessidades básicas de uma residência simples no tocante à água com consumo energético limpo (CEIVAP, 2019).

Visando atender esta demanda, este trabalho de conclusão de curso, visou criar um manual que auxilie a montagem de um sistema de tratamento de água por destilação via pirâmide solar como alternativa prática e acessível para que uma residência possa obter água potável e a baixo custo de forma sustentável usando os recursos hídricos disponíveis na Região do Médio Paraíba do Sul.

## **1.1 Problema abordado**

Devido aos custos elevados para obtenção de água potável e disponibilização da mesma, vários estudos que enfocam o tratamento deste recurso, especialmente dos que são captados de rios e lagos, vem sendo feitos (CESAR; ABDALA; KRESKI, 2019).

Entretanto, a montagem de muitos destes protótipos é complexa e custosa.

Visando facilitar este processo e tornar acessível a montagem e uso de um sistema de tratamento por pessoas com baixo grau de instrução e poucos recursos, um manual que orienta passo a passo para construção de um destilador de água via pirâmide solar foi montado.

Este projeto chama atenção pela sua simplicidade no tratamento de água e por utilizar unicamente uma energia considerada limpa e ilimitada, a energia solar, através de uma pirâmide de vidro.

## 1.2 Justificativa

Esse projeto se justifica nos seguimentos econômicos, ambiental e social.

Economicamente, este tratamento apresenta baixo custo de montagem e manutenção, com bons rendimentos, além de eliminar os custos com água tratada fornecida pelas adutoras e não ter custos energéticos.

No tocante ao meio ambiente, este método não é poluente e a energia utilizada no processo de descontaminação da água é limpa.

Devido ao projeto ser um tratamento simplificado, o ideal é que se trate água de Rio de Classe 1 que são aquelas que, após um tratamento simples, estão aptas a serem consumidas por humanos/animais (ANA, 2010).

Socialmente, ele dá acesso a uma parcela mais pobre da sociedade a água tratada

## 1.3 Estratégias de pesquisa

O estudo consistiu na criação de um manual que demonstra passo a passo a montagem de um sistema de destilação solar para tratamento de água que visa abastecer uma residência pequena no tocante as necessidades deste recurso para cozinhar e beber.

Para elucidação da sistemática metodológica deste projeto, foi elaborado um fluxograma que demonstra todas as etapas para montagem do manual em estudo, conforme a figura 1.

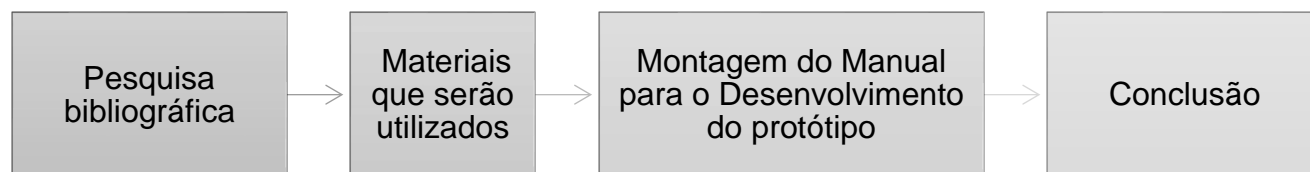


Figura 1 - Fluxograma do Protótipo e suas etapas

Fonte: AUTORES, (2020).

## **1.4 Estrutura do projeto**

Este projeto consistiu na estruturação de um manual para a montagem de um sistema simplificado de tratamento de água com foco na destilação solar, que envolve uma energia totalmente limpa, que é a energia solar, considerada eficiente para este processo.

O manual deve conter os métodos e toda a configuração do sistema, para que haja uma boa funcionalidade.

## **1.5 Objetivo Geral**

Este trabalho tem por objetivo a montagem de um manual de tratamento de água por destilação via pirâmide solar de forma a roteirizar os procedimentos necessários para estruturação deste sistema que visa purificar águas contaminadas de classe 1.

### **1.5.1 Objetivos Específicos**

São destacados os seguintes objetivos específicos:

- Determinar o passo a passo para a montagem do sistema de tratamento;
- Determinar a qual a melhor lâmina de água bruta a ser utilizada no interior da base do equipamento;
- Determinar a medida ideal e o vidro para a melhor incidência solar;
- Utilizar a incidência solar como única fonte de energia;
- Determinar o tipo de reservatório para destinação final da água tratada.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Desenvolvimento sustentável e a Água

Durante o século XX, o mundo foi afetado por diversas crises provocadas pelo intenso crescimento populacional observado ao longo dos anos. Estas crises, muitas sob aspectos sociais e ambientais, resultaram na criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e desenvolvimento na Organização das Nações Unidas (ONU) (BARBOSA, 2008).

Em 1987, esta comissão publicou o Relatório *Brundland* que define o desenvolvimento sustentável como sendo “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (BARBOSA, 2008).

Este relatório objetivou alcançar, também, conceito incluso no desenvolvimento sustentável, tais como, o crescimento renovável, o acesso as necessidades básicas por água, saneamento, energia, alimentos e emprego; conservação e proteção os recursos disponíveis; novos direcionamentos em termos tecnológicos e do gerenciamento de risco (BARBOSA, 2008).

Entretanto, é possível perceber que a água está direta ou indiretamente conectada a esses objetivos, sendo a quantidade de água potável e a sua distribuição geográfica fatores limitantes para o consumo deste recurso natural (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Sendo assim, o conceito de conservação de água é inerente ao da busca da sustentabilidade, pois consiste na associação da gestão da demanda e da oferta deste recurso, de forma que seja possível a utilização de águas com qualidade inferior em usos menos nobres (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Com isto, ações foram tomadas no sentido de oferecer fontes alternativas para se obter água com diferentes classificações de qualidade ou de conservação visando atender as necessidades existentes tais como a diminuição da geração de efluentes e a poluição de mananciais, a minimização de perdas nos sistemas de abastecimento, o reaproveitamento de água, a melhora dos sistemas hidráulicos e sanitários em prédios e

a educação sanitária (BARBOSA, 2008; SANTOS; CÂMARA, 2002; SAUTCHUK *et al*, 2005).

Dentre estas intervenções para reuso de água, se destacam o aproveitamento de águas de chuva e o reuso de águas cinzas. Águas cinzas são o efluente doméstico que não possui grande concentração de matéria orgânica, portanto não recebe contribuição da bacia sanitária e nem da pia de cozinha das edificações. São efluentes gerados pelo uso de lavatórios, chuveiros, máquinas de lavar roupas em escolas, residências e comércios. Já as águas negras contêm grande concentração de matéria orgânica, pois recebem efluentes das bacias sanitárias e pias de cozinha e, normalmente, não são reaproveitadas antes de passarem pelos devidos processos de tratamento que necessitam para atingirem os padrões de uso e potabilidade adequados (SAUTCHUK *et al*, 2005).

As águas pluviais podem ser aproveitadas, desde que haja gestão da qualidade e da quantidade para não haver prejuízos para a saúde e conforto dos usuários e nem comprometa a vida útil dos sistemas envolvidos (SAUTCHUK *et al*, 2005).

## **2.2 Distribuição de água no Brasil e no Mundo**

O Brasil possui cerca de 12% de toda a água doce do planeta, sendo que deste total, 80% está concentrada na região norte do país que possui apenas 5% da população brasileira. Em contrapartida, as regiões litorâneas e suas proximidades apresentam apenas 3% da água disponível, contudo, mais de 45% da população brasileira (INPE, 2019).

Esta água doce é distribuída, no território nacional, para a agricultura que consome cerca de 70% do total; 20% para uso industrial e apenas 10% são utilizados para fins doméstico (ANA, 2019).

Em termos mundiais, este cenário se mantém praticamente o mesmo, com cerca de 70% deste recurso direcionado à agricultura; 22% para a indústria e 8% para o uso doméstico (Figura 2) (ANA, 2019, CLARKE; KING, 2005).

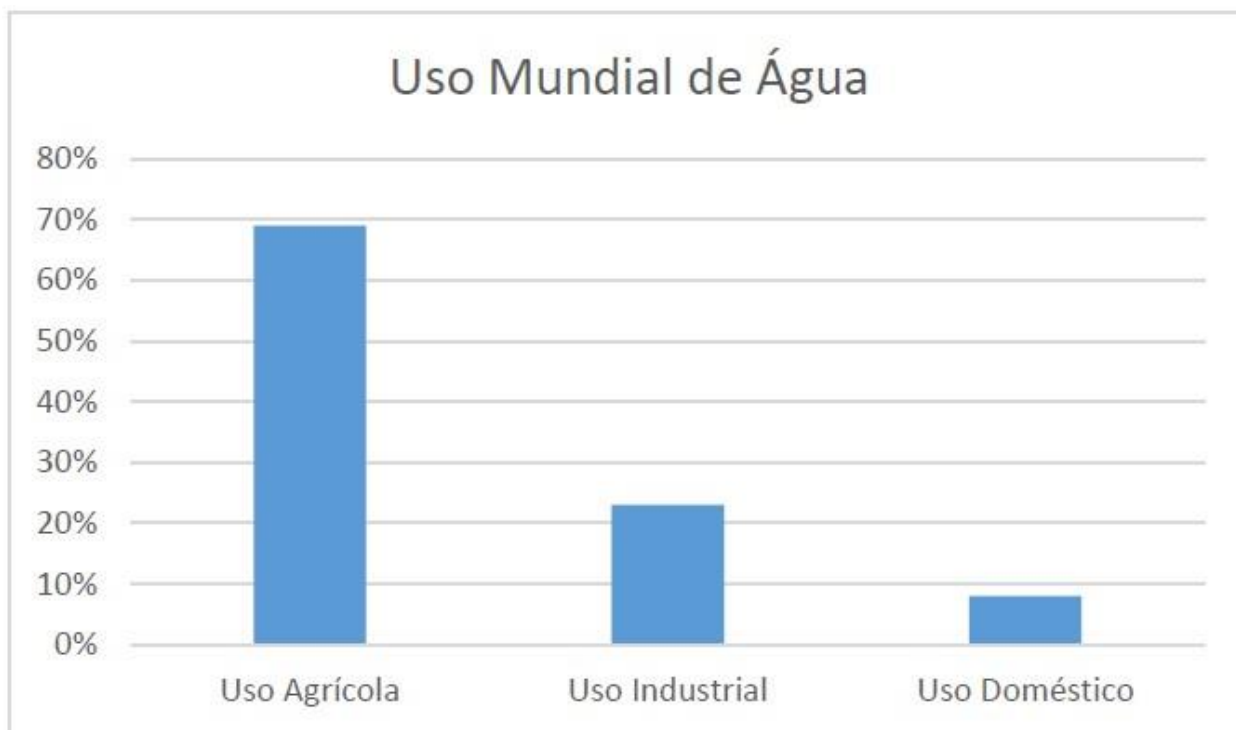


Figura 2 – Gráfico de distribuição do Consumo de água por setor.

Fonte: CLARKE; KING, 2005.

Dentre os países que mais consomem este recurso, se destaca os Estados Unidos da América que usam cerca de 2,5 vezes mais água do que os europeus em termos per capita. Isto se deve, sobretudo, ao preço da água neste país que é relativamente barato quando comparado a outros países industrializados (ANA, 2019).

Além disto, o consumo de água embutida em alimentos é consideravelmente maior na Europa, EUA e os países da antiga União Soviética (3 m<sup>3</sup> de água per capita por dia) se comparados com a África e a Ásia que são respectivamente 1,1 m<sup>3</sup> e 1,4 m<sup>3</sup> por dia por pessoa (ANA, 2019).

O consumo de água nas áreas urbanas é subdividido em três categorias (BAZARELLA, 2005):

- Consumo comercial: usos relativos a hospitais, serviços de saúde, restaurantes, lavanderias, hotéis, bares, clubes esportivos, lojas e lanchonetes;
- Consumo residencial: usos relativos a edificações residenciais unifamiliares e multifamiliares;

- Consumo público: uso relativo a escolas, edifícios públicos, parques, prédios públicos de saúde, cadeias públicas e todos os edifícios públicos nos âmbitos municipais, estaduais e federais existentes.

Em especial nas edificações residenciais, os usos das águas distribuem-se principalmente em atividades de limpeza e higiene pessoal, e os usos externos para fins de irrigação, lavagem de piscinas e veículos, entre outros (Figura 3) (SAUTCHUK *et al*, 2005).

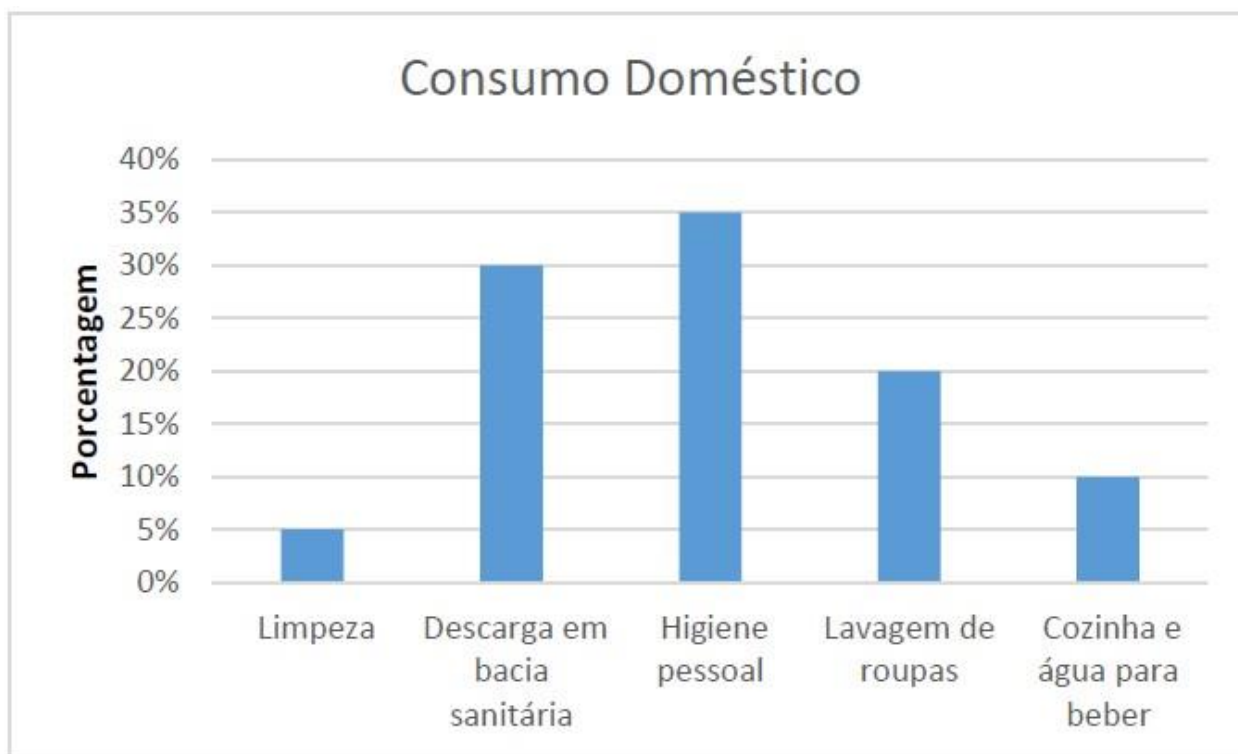


Figura 3 – Gráfico de distribuição do consumo de água doméstico

Fonte: CLARKE; KING, 2005.

Já nas edificações comerciais, geralmente, os usos de água são, principalmente, em ambientes sanitários, sistemas de resfriamento de ar-condicionado e irrigação. Nas edificações públicas o uso da água é semelhante ao uso nas edificações comerciais, porém em ambientes sanitários é bem mais significativo variando entre 35% a 50% do

consumo total. Com isto, é possível notar a importância de investimentos em programas de conservação da água em prédios públicos (DREHER, 2008).

Devido ao grande volume deste insumo consumido, vários estudos e campanhas foram feitos, na década de 80, visando a redução do consumo de água que resultaram, até o momento atual, em diversos estudos relativos a aparelhos sanitários economizadores de água e do comportamento do usuário. Outro ponto importante é observado, atualmente, no tocante ao grande impulso de ações de conservação no âmbito doméstico, especialmente, no caso de edifícios (DREHER, 2008).

No entanto, vale ressaltar que o uso doméstico de água está diretamente relacionado ao poder aquisitivo das pessoas, numa relação de quanto maior o padrão de vida maior o consumo doméstico de água. Dados extremos como o consumo diário *per capita* de 800 litros em residências no Canadá e 1 litro na Etiópia, caracterizam essa diferença de distribuição e consumo, porém a demanda de água para uso doméstico é crescente mundialmente (Figura 4) (CLARKE; KING, 2005):

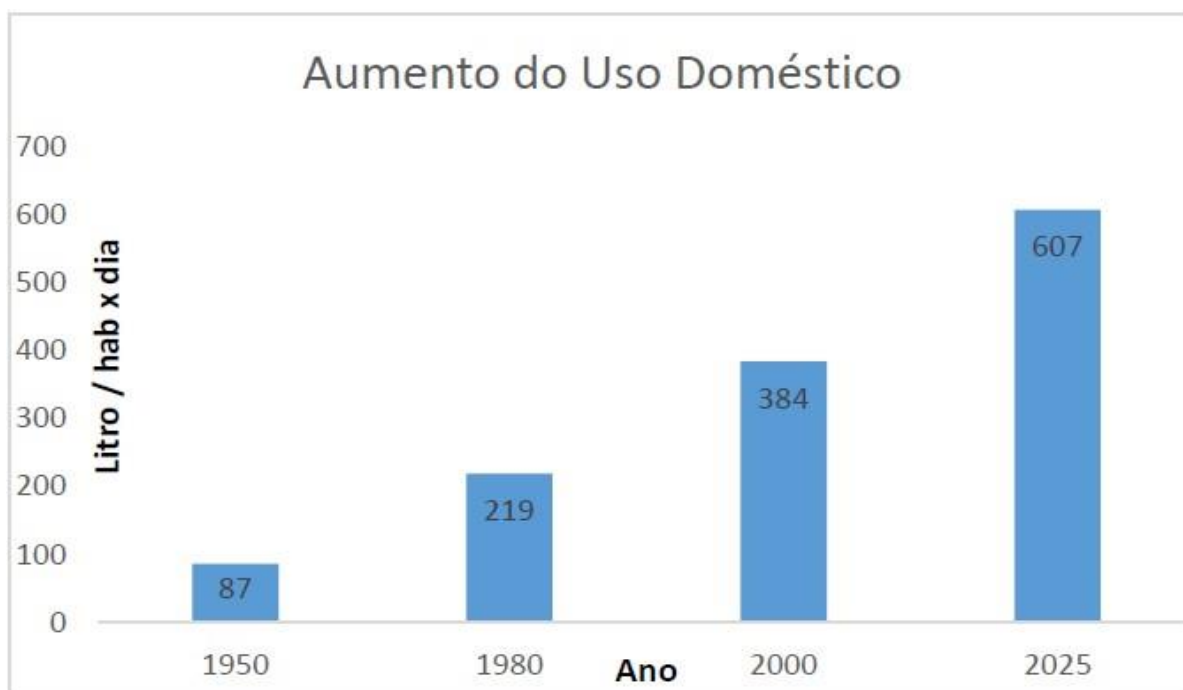


Figura 4 – Gráfico de distribuição de água e projeção do consumo até 2025

Fonte: CLARKE; KING, 2005.

Os dados confirmam o crescente consumo de água nas edificações destacando a importância de gerenciar o uso desse recurso também no setor doméstico. Sendo assim, o setor da construção civil estabeleceu ferramentas de gestão para os impactos ambientais causados por eles, com sistemas de certificação, que vão além da preocupação com conservação de água, dando importância a outros aspectos ambientais que se referem a materiais de construção e energia, entre outros, e mostrando, com isto, que este nicho econômico, vem tentando se adequar ao desenvolvimento sustentável no que se refere a sustentabilidade ambiental (KALBUSCH, 2006).

Entretanto, o uso de água de chuva no setor agrícola, tem sofrido uma queda substancial ao longo dos anos, especialmente devido a estiagens e secas em alguns países, causando impactos em termos de produção de alimentos e energia hidrelétrica que causaram sérios danos econômicos (ANA, 2019).

Devido a isto, faz-se necessário, investimentos de forma a garantir o abastecimento. Segundo a Agência Nacional de águas ou ANA (2019), até o ano de 2025 há necessidade de investimentos de cerca de 22 bilhões de reais para garantir o abastecimento de água no território brasileiro, onde grande parte desses investimentos são atribuídas a região nordeste (9,1 bilhões) e sudeste (7,4 bilhões).

Os investimentos advindos do Sudeste decorrem da elevada concentração urbana, já os decorrentes da região Nordeste têm como premissas a escassez hídrica no semiárido e a baixa disponibilidade de água em suas bacias hidrográficas (ANA, 2019).

### **2.3 Energia Solar**

A temperatura do sol pode ultrapassar os 4000°C devido a complexas reações que acabam por produzir perdas de massa que se converte em energia liberada. Esta é transportada pelo espaço e recebe o nome de radiação solar (BEZERRA, 1982). Nestes últimos trinta anos a energia solar, vem ganhando espaço, como uma fonte de energia, e foi utilizada nos mais variados seguimentos com diversas, especialmente em países subtropicais ou tropicais, como é o caso do Brasil (BEZERRA, 2004).

Segundo Bezerra (1982) e Soares (2001), a energia proveniente do sol é não poluente e pode ser aplicada de forma concentrada. Além disto, esta constante solar

apresenta valores na ordem de  $1,4\text{kw}/\text{m}^2$  fora da atmosfera terrestre. Entretanto, devidos as impurezas tais como poeiras, vapor d'água e outras substâncias presentes, boa parte dessa potência é absorvida, fazendo com que a incidência, na superfície da Terra, que se apresentada na forma eletromagnética, seja distribuída na forma de 55% de infravermelho, 42% de luz visível e 3% de ultravioleta. Sendo assim, dependendo de como for captada, os níveis de temperatura, podem variar da temperatura ambiente até alguns milhares de graus centígrados.

Para evaporar 1kg de água, numa temperatura de  $30^\circ\text{C}$ , cerca de  $2,4 \times 10^6$  J são requeridos. Assumindo uma insolação de  $250\text{ W}/\text{m}^2$ , medida sob 24 horas, pode-se evaporar cerca de  $9\text{ L}/\text{m}^2/\text{dia}$ . Entretanto, na prática, devido a perdas de calor, esta energia, consegue evaporar aproximadamente 4 a  $5\text{ L}/\text{m}^2/\text{dia}$  com uma eficiência de 45 a 55% (BEZERRA, 2004).

## **2.4 Potencial solar no Brasil**

Apesar de ser um país tropical, com grande potencial energético, apenas 1% de toda energia gerada no Brasil é de origem solar (INPE, 2019).

Entretanto, esse perfil vem se alterando ao longo dos últimos anos, especialmente, devido a pressões exercidas pelas leis ambientais, instituições não governamentais e pelas novas tecnologias que vem surgindo e oferecem uma energia mais limpa e a um custo menor (INPE, 2019).

Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor do mundo, se tratando de energia solar térmica, destacando o aquecimento de água para uso doméstico, que é a aplicação da energia solar mais difundida atualmente e apresenta 24% do consumo de energia das residências (INPE, 2019).

De acordo com dados do EPE (Empresa de Energia Elétrica) em 2011, para que toda a demanda energética do país fosse suprida usando-se este tipo de energia, seria necessário a utilização de apenas 0,03% da área do território brasileiro que é de  $8.516.000\text{ km}^2$  (EPE, 2012).

No entanto, vale ressaltar que a disponibilidade destes recursos energéticos no país, estão intrinsecamente associadas às condições de tempo e clima de cada região.

Isso ocorre porque sistemas meteorológicos provocam alterações na nebulosidade que atenuam a radiação solar ao longo de seu percurso na atmosfera (Figura 5) (INPE, 2019).

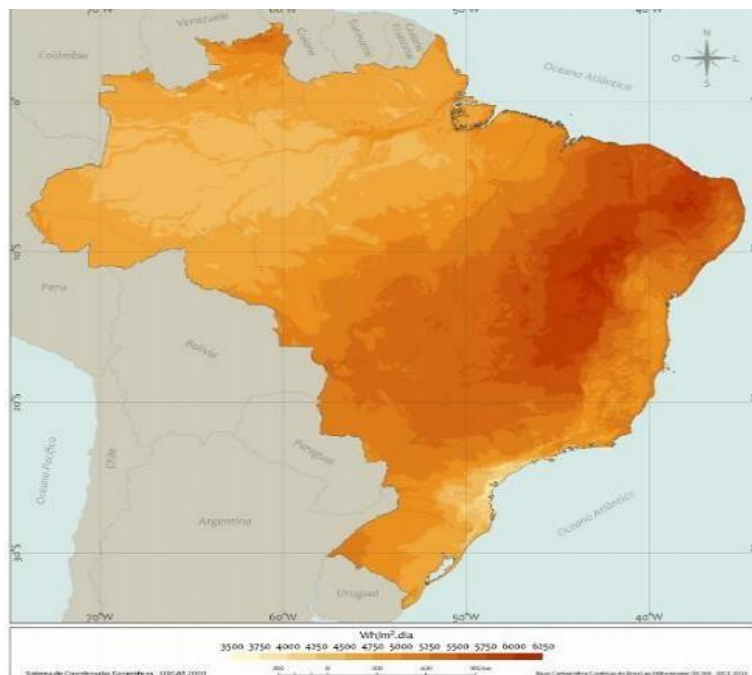


Figura 5 - Mapa do Brasil de incidência solar

Fonte: INPE (2019)

Além disso, outros fatores tais como latitude, dinâmica atmosférica e pluviosidade, também afetam a incidência solar (Tabela 1) (INPE, 2019).

Tabela 1 - Índice de incidência solar de acordo com as regiões brasileiras  
Potencial anual médio de energia solar

REGIÃO	RADIAÇÃO GLOBAL MÉDIA (EM KWH/M <sup>2</sup> )
NORTE	5,5
NORDESTE	5,9
CENTRO-OESTE	5,7
SUDESTE	5,6
SUL	5,0

Fonte: INPE (2019)

Muitos países, promovem a instalação deste tipo de tecnologia em regiões onde há escassez de chuvas em determinados períodos do ano e que provocam, entre outras

ocorrências, a elevação do valor da tarifa de energia elétrica. Sendo assim, o uso do aquecimento solar configura-se como uma das alternativas mais promissoras do ponto de vista econômico e no que se refere a melhoria da eficiência do uso de energia para aquecer água nas residências (INPE, 2019).

No Brasil, esta tecnologia é muito usada nas regiões Sul e Sudeste que, apesar de apresentarem a menor incidência solar (Figura 6), apresenta períodos de estiagem e menores temperaturas que leva a maior procura por sistemas de aquecimento de água onde o coletor solar é uma solução viável e sustentável (INPE, 2019).

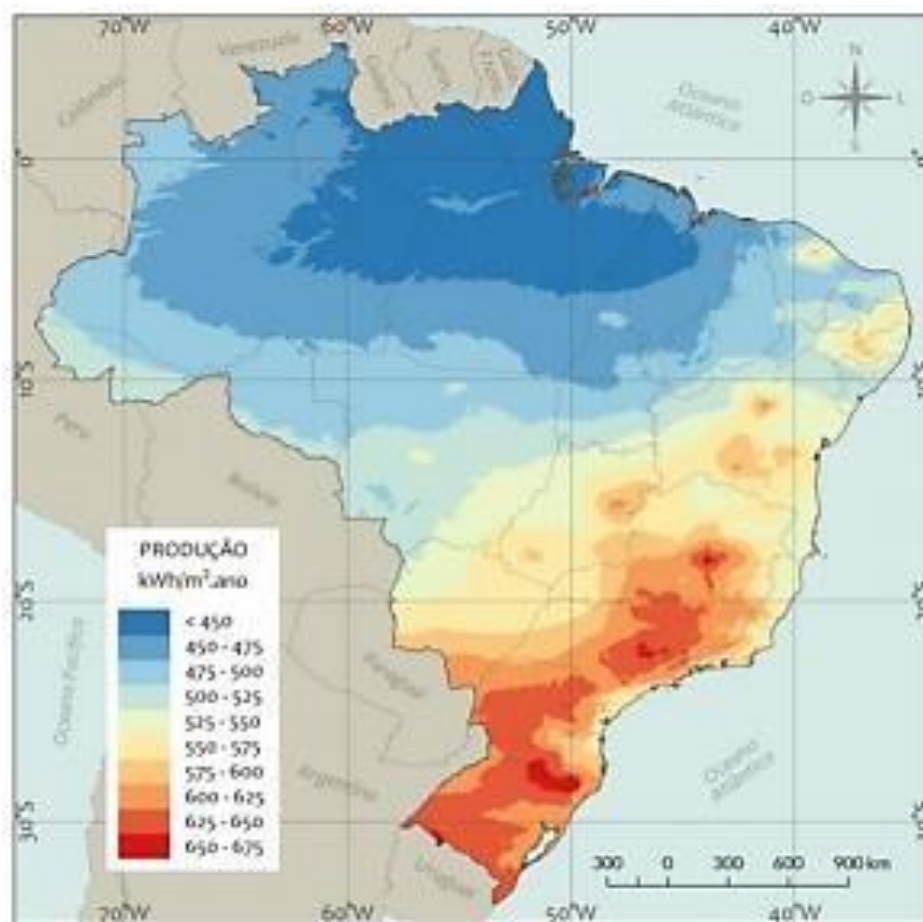


Figura 6 - Produção Anual de energia térmica por área do coletor

Fonte: INPE, (2019)

## 2.5 Destilação Solar

A evaporação é o processo físico, onde um líquido passa ao estado gasoso sob a forma de vapor. No caso da água, este processo ocorre, em grande parte, com a água disponível no ambiente, formando uma das fases do ciclo hidrológico (BEZERRA, 2004).

No caso do destilador solar (Figura 7) este processo ocorre em uma estufa, onde os raios solares atravessam o vidro que recobre o sistema, esquentando a solução aquosa até ocorrer a evaporação. Com o tempo, este fluido aquoso acaba por retornar ao estado líquido por troca térmica com a cobertura que se inclina em direção às bordas de forma que a água condensada escoar por gravidade até as canaletas coletoras. Este sistema é simples e a sua manutenção e limpeza demandam poucos recursos (BEZERRA, 2004).

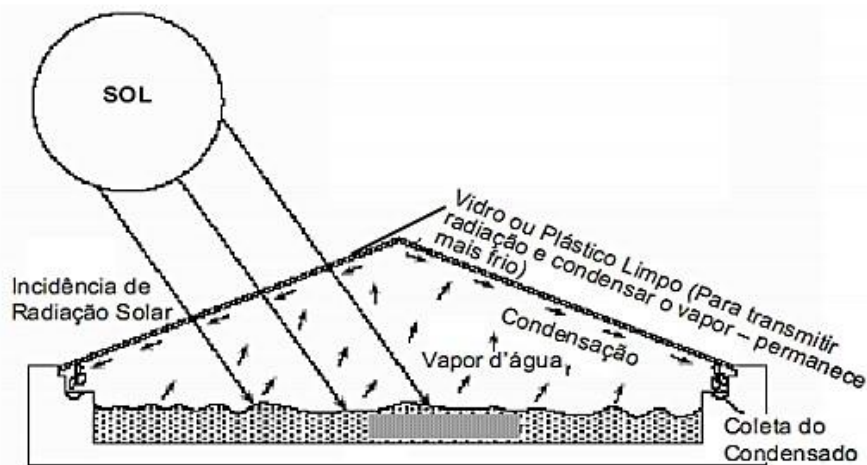


Figura 7 - Esquema de Funcionamento do Destilado solar

Fonte: BUROS et al, (1980); MARINHO (2015)

## 2.6 Estudos prévio sobre Padrões de Potabilidade da água

A água potável é a que serve para ser consumida pelos seres humanos. Esta água deve apresentar parâmetros químicos, microbiológicos, físicos e radioativos que atendam aos padrões de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. Dentre estes requisitos destacam-se de acordo com a Portaria MS 2914, 2011:

- para consumo humano: não deve possuir odor, sabor, cor e turbidez acima dos limites permitidos pelo padrão de potabilidade;
- química: não deve apresentar a presença de substâncias tóxicas ou nocivas acima dos limites permitidos pelo padrão de potabilidade;
- biológica: não deve apresentar microrganismos patogênicos;
- radioativa: não pode apresentar valor de radioatividade acima dos estabelecidos no padrão de potabilidade.

Devido à dificuldade de se identificar os organismos patogênicos nas amostras de água, dá-se preferência, a identificação de bactérias do “grupo coliforme”, visto que existem normalmente no intestino humano, logo, obrigatoriamente, em águas poluídas por matéria de origem fecal (Portaria MS 2914, 2011).

### **3 MATERIAIS E METODOLOGIA**

Este trabalho consistiu na elaboração de um manual que dará subsídios à montagem de um sistema de tratamento de água, via pirâmide solar.

Sendo assim, serão descritos os principais materiais que devem ser utilizados no processo, bem como, as dimensões para se produzir um sistema que vai gerar água potável suficiente para beber e cozinhar, para uma residência constituída de 2 pessoas adultas, durante um dia.

#### **3.1 Materiais**

Os destiladores solares apresentam algumas variações de composição e modelo. Mesmo com tais diferenças, estes equipamentos devem apresentar características fundamentais como: elevada vida útil, baixo custo, não ser tóxico e não possuírem material reativo com o fluido a ser destilado, ser resistente à abrasividade e corrosividade (COSTA, 2008).

Sendo assim, para montagem do sistema que constará no manual, foram selecionados os seguintes materiais (Quadro 1):

Quadro 1 - Relação dos materiais utilizados para construção do destilador

ITEM	MATERIAL	QUANT	IMAGEM
1	Garrafão plástico de polietileno, para água, volume de 20 litros	2	
2	Mangueira de silicone 3/4 Diâmetro e 3m de comprimento	2	
3	Canaleta de aço inox de 3m	4	
4	Placas de vidro recozido com 0,6 cm de espessura com medidas: 45 cm de base x 30 cm de altura	4	
5	Placas de vidro recozido triangulares com 0,6 cm de espessura com medidas: 45 cm base x 20,25 cm dos dois lados do triângulo	4	
6	Cola de silicone de alta temperatura para vidro (1000 g)	1	
7	Registro de PVC de esfera, diâmetro 3/4	2	
8	Adaptador de polietileno rosca para mangueira, diâmetro de 3/4.	4	
9	Pistola de calafetagem para cola de silicone	1	
10	Fita adesiva crepe profissional (azul) de 3 m a 24 mm x 50m	1	

Fonte: AUTORES, (2020)

## 3.2 Metodologia

### 3.2.1 Bacia de Destilador Solar

O tanque que irá conter a água de alimentação que será destilada pela radiação solar, deve favorecer a absorção da maior quantidade possível dessa radiação e transformá-la em calor. Entretanto, isso depende da quantidade de efluente a ser tratada por ciclo. Usualmente se utilizam lâminas d'água entre 1,5 e 2,5 cm. Além disto, sua superfície deverá ser lisa para facilitar a limpeza (COSTA, 2008; MALUF, 2005).

Os materiais com os quais o tanque deve ser construído, dependem das necessidades do projeto, da disponibilidade de material e do custo do mesmo (Quadro 2). Entretanto, recentemente dá-se preferência a materiais não-metálicos devido ao baixo custo, além de ser mais simples de trabalhar. Dentre estes materiais, o concreto tem sido bastante usado, apesar de existirem fatores tais como o aparecimento de trincas (MALUF, 2005).

Quadro 2 - Comparativo de materiais para o tanque

<b>Tipo de Material</b>	<b>Durabilidade</b>	<b>Custo</b>	<b>Disponibilidade (Local)</b>	<b>Limpeza</b>	<b>Portabilidade</b>	<b>Toxicidade</b>
<b>Aço esmaltado</b>	alta	Alto	baixa	alta	média	baixa
<b>Borracha EPDM</b>	alta	Alto	baixa	alta	alta	baixa
<b>Borracha Butil</b>	alta	Alto	baixa	alta	alta	baixa
<b>Manta Asfáltica</b>	alta	Médio	média	média	média	[a]
<b>Cimento Amianto</b>	alta	Médio	baixa	média	média	alta
<b>Polietileno</b>	média	Baixo	baixa	média	alta	baixa
<b>Concreto</b>	média	Baixo	alta	média	baixa	baixa
<b>Madeira</b>	baixa	[a]	[a]	média	média	baixa
<b>Fibra de vidro</b>	média	Médio	baixa	alta	média	baixa
<b>[a] não conhecido ou depende de condições locais</b>						

Fonte: MALUF, (2005)

Além disto, o líquido contido no tanque de destilação pode ser alimentado continuamente ou de forma intermitente, mas a quantidade de líquido na base deve ser mantida constante de forma a evitar perdas bruscas de quantidade de calor (MALUF, 2005).

### 3.2.2 Suporte e Cobertura

A cobertura do destilador deve ser um material transparente para transmissão da incidência do raio solar (ALVES, 2008).

Normalmente, essa cobertura é feita mediante o corte e colagem de lâmina de vidro que tem por objetivo uma alta transmissão de raios solares, baixa transmissão de temperatura, retenção de umidade e elevada estabilidade dimensional quando expostas as horas mais quentes do dia (ALVES, 2008).

Para maximizar essa exposição, a forma geométrica piramidal (Figura 8) tem sido muito usada, visto que, enquanto um dos lados da cobertura recebe a incidência de radiação solar, os outros lados não receberam, fazendo com que a temperatura seja menor nestes lados não afetados pelo sol, o que favorece a condensação (ALVES, 2008).

Além disto, a diminuição dessa temperatura entre a bacia e a cobertura, ocasionará um tipo de acréscimo na transferência de calor convectivo e na evaporação entre elas. Isto se deve a um aumento da circulação natural da massa de ar no interior da própria unidade (ALVES, 2008).

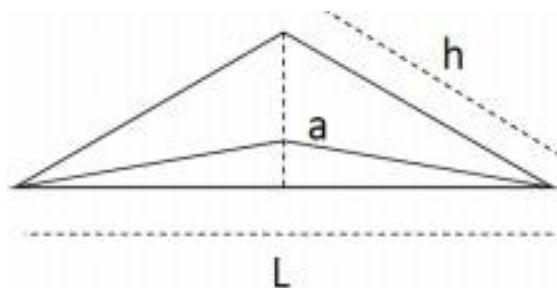


Figura 8 - Desenho esquemático da cobertura do destilador

Fonte: FARIA et al, (2015)

Sendo assim, o ângulo ótimo entre a cobertura de vidro e a base do equipamento depende da latitude do local onde o mesmo está inserido e deve ser especificado de forma a se obter a maior incidência solar possível durante o maior tempo de posição do sol. No entanto, é consenso o uso de 20° (ALVES, 2008).

Caso haja dúvidas quanto a melhor inclinação do vidro pode-se determinar esta inclinação de forma empírica através do ensaio de determinação de inclinação da lâmina de vidro.

### 3.2.3 Determinação da melhor inclinação da lâmina de vidro

Este estudo tem como objetivo a determinar da melhor inclinação da cobertura de vidro utilizando uma panela com água, um sistema de aquecimento para ferver a água, um suporte que varia a inclinação da lâmina e a própria lâmina de vidro.

Para tanto, deve ser montado um sistema de acordo com a (Figura 9). Com a água fervendo, modifique o ângulo de inclinação da lâmina, monitorando a condensação do vapor associada a um escoamento para a parte inferior da lâmina de forma que a água destilada possa ser coletada.

Note, entretanto, que quanto menor a lâmina d'água bruta no interior da pirâmide, maior a produção de água. Desta forma sugere-se adotar a lâmina d'água de no máximo 2 cm tendo em vista as dificuldades de manter nivelado o equipamento e toda a sua base molhada.

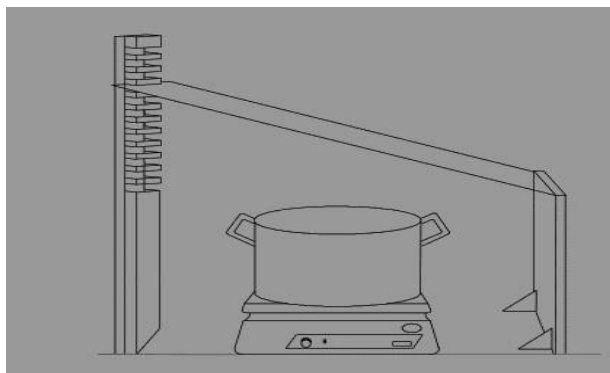


Figura 9 - Determinação da melhor inclinação da lâmina de vidro

### 3.2.4 Canaleta

A canaleta de coleta encontra-se nas laterais do destilador, normalmente na base da cobertura de vidro, e tem como finalidade única, a coleta do líquido destilado (MALUF, 2005).

De acordo com Maluf (2005) esta canaleta ou calha...

“... deve ser constituída de material que não interaja com as propriedades do destilado. O material mais indicado é o aço inoxidável, apesar de seu alto custo. O alumínio não deve ser corroído na presença de água destilada, mas é aconselhável revesti-lo com uma cobertura de silicone, a fim de protegê-lo melhor. Ferro galvanizado não deverá durar mais que uns poucos anos, e cobre ou latão não devem ser usados, pois, podem trazer riscos à saúde. O polietileno não é indicado pois ele gera gosto e cheiro na água. O PVC tem sido usado, mas seu uso é restrito devido à grande exposição ao calor e à luz solar. O material deve também estar devidamente limpo para evitar contaminação. O tamanho e volume do recipiente devem ser definidos conforme necessidade do projeto. Deve-se possibilitar a ideal vedação do recipiente para evitar perdas por evaporação além de contaminações. Porém, a vedação deve ser feita com material de fácil remoção para facilitar a manutenção.” (MALUF, 2005).

### 3.2.5 Isolamento

O isolamento evita a perda de calor para o ambiente. Desta forma, todo o recipiente, exceto a cobertura, deve ser isolado com uma camada intermediária de isopor. No caso das partes que apresentam encaixe, o projeto deve utilizar silicone como material para vedação.

## 3.3 Operação do sistema de destilação

Primeiro, a água é colocada em um galão que enche uma caixa ou aquário. Os raios solares passam pela cuba de vidro e aquecem a água, que evapora.

Os vapores sobem, condensam no vidro inclinado e escorrem para as canaletas laterais e daí para um outro galão.

Neste galão, a água é recolhida, já própria para consumo, livre de sais e de quaisquer bactérias ou vírus (Figura 10).

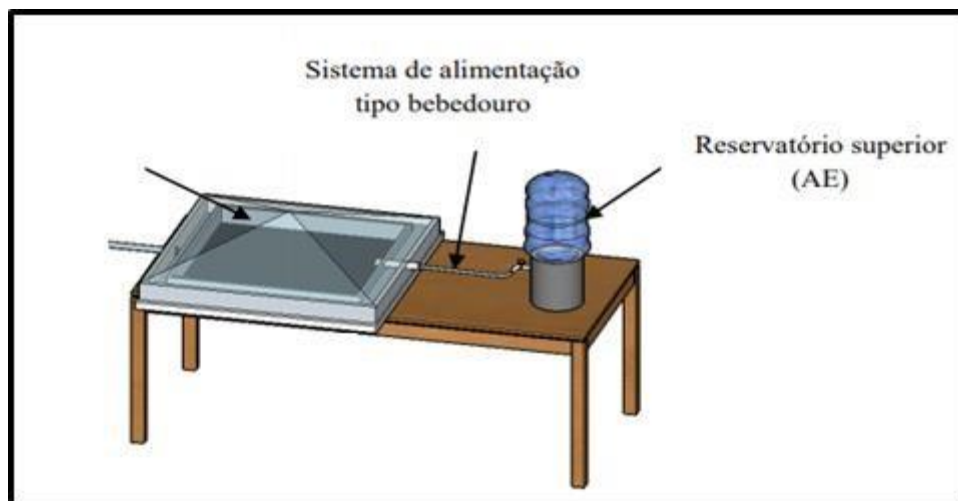


Figura 10 - Destilador caseiro  
Fonte: ANTUNES, (2012)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Montagem do sistema de destilação

A partir da pesquisa realizada envolvendo os meios alternativos e sustentáveis de geração de energia, optou-se pelo desenvolvimento de um equipamento que estivesse diretamente relacionado à energia solar e tratamento de água para consumo.

Este equipamento serviu como base para o desenvolvimento do manual e foi assim especificado:

#### 4.1.1 Bacia de Destilador Solar

A fim de promover a troca térmica do calor absorvido com a água, as paredes internas da bacia, devem ser de alumínio, pintadas com tinta acrílica na cor preta, de forma a aumentar a absorção e diminuindo a reflexão da radiação solar na bacia (ALVES, 2008).

#### 4.1.2 Suporte e Cobertura

A cobertura do destilador deverá ser de vidro no formato piramidal, visto que este suporte gera um efeito estufa maior que o plástico, alta transmissão da radiação solar, baixa transmissão da radiação de baixa temperatura, retêm umidade e apresenta alta estabilidade dimensional.

O ângulo escolhido entre a cobertura de vidro e a base do equipamento foi de 20°.

#### 4.1.3 Isolamento

O isolamento deverá ser feito com placas de isopor em toda a estrutura, exceto na cobertura e as partes que apresentam encaixes deve-se utilizar silicone como material para vedação.

Sendo assim:

Basicamente a montagem será feita com um galão, contendo a água a ser tratada, acoplado à uma base de um aquário de vidro coberto com uma pirâmide de vidro.

Na base, abaixo das partes de vidro, deve ser acoplada uma mangueira para a retirada da água que foi acondicionada em um outro galão.

#### **4.2 Montagem do manual**

O manual foi desenvolvido com base nas opções tomadas no desenvolvimento deste trabalho (Anexo 1) e espera-se que o mesmo sirva como uma alternativa de montagem de um protótipo visando o tratamento de água, por meio da utilização de energia limpa.

## 5 CONCLUSÕES

O trabalho apresentado se baseou em pesquisas anteriores e permitiu relacionar o conhecimento científico ao cotidiano de vilas e povoados no tocante a obtenção de água potável e utilização de fontes renováveis de energia que são conceitos de fundamental relevância na promoção da Educação Ambiental.

Além disto, foi possível observar que, para cada região, a montagem do sistema pode ser alterada de acordo com a disponibilidade de materiais e o custo dos mesmos.

A finalidade do projeto foi alcançada com a disponibilização de um manual (Anexo 1) que permite a montagem de um sistema de purificar a água em quantidades consideráveis para determinadas atividades do dia a dia e até mesmo para sua utilização como água potável em residências ou setores industriais.

O custo da sua montagem varia de acordo com a finalidade desejada, e isso engloba o tempo de purificação também.

Desta forma, espera-se conscientizar as populações da importância deste sistema que pode ser uma alternativa viável para o tratamento de água, através da educação básica, tanto em escolas quanto em universidades e empresas, de forma a quebrar a barreira cultural estabelecida por tradições locais.

## 6 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Foram identificados alguns ajustes que deverão otimizar o sistema, em trabalhos futuros:

- Identificação de um material alternativo à mangueira de polietileno utilizada para compor o coletor solar;
- Construção de uma tampa piramidal para a câmara de evaporação, visando um aumento da eficiência da condensação;
- Desenvolvimento de uma vedação da tampa por meio de selo d'água, visando melhorar a vedação e facilitar o processo de montagem e desmontagem para acesso ao interior da câmara;
- Implementação de novos testes com o sistema de bombeamento forçado, visando ampliar a produção diária;
- Melhoramento do isolamento térmico nas técnicas de construção, como forma de otimizar os processos de aproveitamento da radiação solar;
- Realização de testes condutividade elétrica e outras avaliações como análises físico-químicas da água, para o potencial do uso solar na obtenção de água potável.
- Melhorias no que tange à superfície de absorção da câmara, com o teste de materiais mais absorventes de calor, visando à obtenção de maiores temperaturas, mantendo por mais tempo o aquecimento e promovendo uma melhor eficiência na utilização da energia solar térmica.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. S. **Estudo sobre a dessalinização de águas salobras utilizando a energia solar**. 32 f. Monografia (Engenharia Química) - Universidade de Uberlândia, Uberlândia. 2008.

ANA. **Enquadramento dos corpos d'águas**. 2010. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/CursoEnquadramentoPortal2010.pdf>>. Acesso em 26 set. 2020.

ANA. **Quantidade de água**. 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/>>. Acesso em: 17 Jun 2020.

ANA. **Quase Metade da água é usada na agricultura é desperdiçada**. 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/quase-metade-da-a-gua-usada-na-agriculturaa-c.2019-03-15.2354987174>>. Acesso em 26 set. 2020.

ANTUNES, V. **Projeto de equipamento para destilador solar para tratamento de água através de processo de destilação solar natural para aplicação em residências**. 2012. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/thiagohy1/destilador-solar-14627833>>. Acesso em 18 jun. 2020.

BAZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edifícios**. Disponível em: <[http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_6573\\_Bazzarella\\_BB\\_2005.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6573_Bazzarella_BB_2005.pdf)>. Acesso em 17 jun. 2020.

BEZERRA, A. **Energia Solar**. Aquecedores de Água. Livraria Itaipu Editora Ltda., Curitiba, PR., 1982.

BEZERRA, M. A. dos S. **Desenvolvimento de um Destilador Solar para Tratamento de Águas de Produção de Petróleo com Vistas a sua Utilização na Agricultura e Geração de Vapor**. 2004. 105p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN.

BARBOSA, G. S. **O Desafio do Desenvolvimento Sustentável**. Revista Visões, 4ª Edição, Nº4, Volume 1 - Jan/Jun, 2008

BUROS, O. K. et al. **The USAID Desalination Manual**. Produced by CH2M HILL International for the U.S Agency Development, Whashington, D.C, 1980.

CEIVAP. **Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.** Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/sigaceivap/salaDeSituacao>>. Acesso em 30 de Mai. de 2019.

CESAR, C.; ABDALA, L.; KRESKI, S. Trabalho de Pós-Graduação em Administração e Programa de Pós-Graduação em Economia FEA/PUC-SP. **Sustentabilidade - Água Potável e Saneamento Básico.** Disponível em: <[https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/1agua\\_potavel\\_saneamento.pdf](https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/1agua_potavel_saneamento.pdf)>. Acesso em 26 set. 2020.

CIB. **INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. Agenda 21 on Sustainable Construction.** CIB Report Publication 237. Rotterdam: CIB, 1999

COSTA, C.G. **Destilação Solar: aplicação no tratamento de efluentes líquidos de laboratório.** 2008. 94p. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) Pós-Graduação em Química, Instituto de Química, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2008.

CLARKE, R.; KING, J. **O Atlas da Água. Tradução de Anna Maria Quirino.** São Paulo Titulo original: The atlas of water p. 50- 93. Publifolha. 2005.

DREHER, V; P; L. **Possíveis Soluções para o Uso Racional da Água na Edificação Da Câmara Municipal de Porto Alegre.** Porto Alegre, 2008.

EPE. **Balanco energético Nacional 2012.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-131/topico102/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%202012.pdf>. Acesso em 18 jun. 2020

FARIA, E. V.; ALVES, L. F. B.; ARAÚJO, B. S. A.; BONTEMPO, L. H. S. LIMA, M. N.; OLIVEIRA, L. C. C. B. Desenvolvimento e construção de um destilador solar para dessalinização de água salgada em diferentes concentrações de sais. XXXVII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados - ENEMP, 2015. São Carlos.Out. 2015. **Anais.**

INPE. **Atlas Brasileiro de Energia Solar.** Disponível em: <[labren.ccst.inpe.br](http://labren.ccst.inpe.br)>. Acesso em 18 jun. 2020.

KALBUSCH, A. **Critérios de avaliação de sustentabilidade ambiental dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios e de escritórios.** Tese (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

MALUF, A. P. **Destiladores Solares no Brasil.** Monografia de Pós-graduação apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Lavras. 2005, Lavras, Minas Gerais.

MARINHO, F. J. L; UCHOA, T. R.; LEITE, S. F.; AGUIAR, R.L.; NASCIMENTO, A. S. 2015. Dessalinizador Solar associado a coletor de águas de chuvas para fornecer água potável.

Revista Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11, n.20, 2015, p. 68-82.

PORTARIA MS 2914. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/portaria-ms-no-2914-2011/>>. Acesso em 26 jun. 2020.

SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. (Orgs.). GEO Brasil 2002 – **Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil.** Brasília: Edições Ibama, 2002.

SAUTCHUK, A. et al., **Conservação e Reúso da água em Edificações.** 1. ed. São Paulo: Prol Editora, 2005. 152 p.

SINDUSCON-SP. **Manual Conservação e Reuso da Água em Edificações.** Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br>&gt; Acesso em: 17 Jun 2020.

SOARES, C e SENS, M.L. **Tratamento de Água Doce Contaminada Através da Destilação Solar Natural para Uso Domiciliar.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2001.

**WIKIHOW** Como Fazer um Aquário. Disponível em: <<https://pt.wikihow.com/Fazer-um-Aqu%C3%A1rio>>. Acesso em 19 jun. 2020.

## **ANEXO**





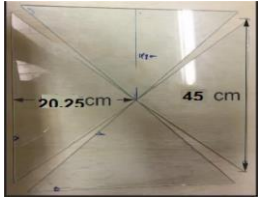





### **Anexo 1**

#### **MANUAL PARA MONTAGEM DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA POR DESTILAÇÃO VIA PIRÂMIDE SOLAR**

A montagem do manual para auxiliar na construção e elaboração de um sistema de tratamento de água por Pirâmide Solar consiste em um método prático e utilizando energia limpa. A partir do modelo construído, o projeto traz mais uma opção de método de tratamento de água viável e acessível para sua utilização em residências e afins com área abrangente sendo utilizada para consumo ou utilização doméstica.

A elaboração do manual do sistema de tratamento de água por destilação via pirâmide solar tem como objetivo geral especificar todos os materiais necessários e a montagem correta para o funcionamento adequado dele.

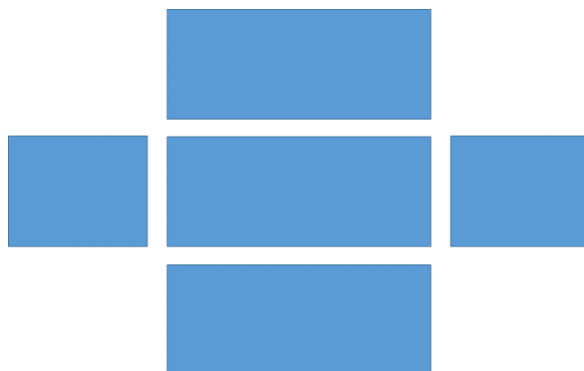
## 1. LISTA DE MATERIAIS

ITEM	MATERIAL	QUANTIDADE	IMAGEM
1	Garrafão plástico de polietileno, para água, volume de 20 litros	2	
3	Mangueira de silicone 3/4 Diâmetro e 3m de comprimento	2	
4	Canaleta de aço inox de 3m	4	
5	Placas de vidro recozido com 0,6 cm de espessura com medidas: 45 cm de base x 30 cm de altura	5	
6	Placas de vidro recozido triangulares com 0,6 cm de espessura com medidas: 45 cm base x 20,25 cm dos dois lados do triângulo	4	
7	Cola de silicone de alta temperatura para vidro (1000 g)	1	
8	Registro de PVC de esfera, diâmetro 3/4	2	
9	Adaptador de polietileno rosca para mangueira, diâmetro de 3/4.	4	
10	Pistola de calafetagem para cola de silicone	1	
11	Fita adesiva crepe profissional (azul) de 3 m a 24mm x 50m	1	

Fonte: AUTORES, (2020)

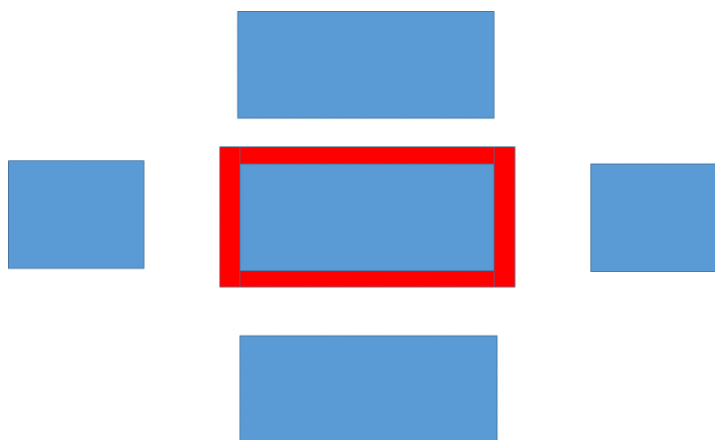
## 2. MONTAGEM

Passo 1 - Posicione as peças de vidro de acordo para formar uma cruz de acordo com o desenho abaixo.



Fonte: AUTORES, (2020)

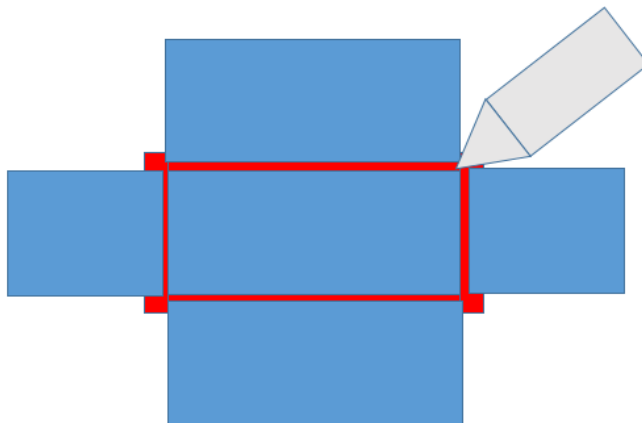
Passo 2 - Passe álcool ou lave bem com água e sabão e seque as laterais, para evitar que qualquer material presente nesta região impeça a perfeita colagem entre as partes. Na sequência, coloque fita adesiva na parte externa da base do que se tornará o aquário, de forma que metade da mesma fique livre no sentido longitudinal para que quando erguer as laterais, esta outra metade da fita, sirvam de apoio.



Fonte: AUTORES, (2020)

Passo 3 – Começando pela base do vidro, aplicar o silicone, de forma a criar uma faixa fina e contínua no vidro, com aproximadamente 2 mm de distância da ponta na qual o

painel dianteiro será instalado. Quando cortar o topo do tubo, deve-se criar uma abertura de aproximadamente 3 mm para que a aplicação seja constante.



Fonte: AUTORES, (2020)

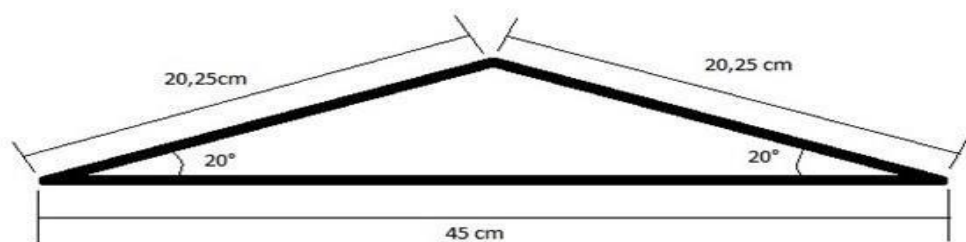
Passo 4 – Erga as laterais, uma a uma, de modo a formar o aquário, acrescentando silicone nos encaixes. Pressione levemente e segure até acrescentar mais fita as regiões de encaixe para que o mesmo se mantenha reto.



Fonte: WIKIHOW, (Acesso: 2020)

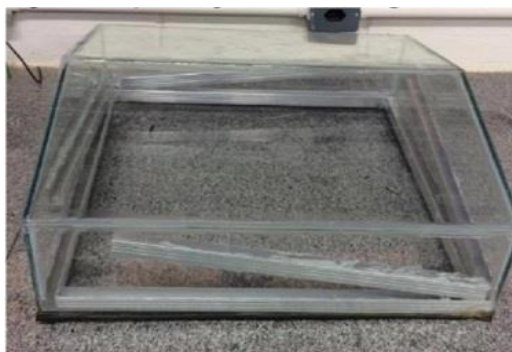
Passo 5 – Acrescente mais silicone as laterais de forma que não haja vazamentos e deixe secar por no mínimo 24h.

Passo 6 – Topo piramidal. Novamente com a pistola contendo o selante de silicone, fazer a junção dos 4 (quatro) vidros triangulares de modo a formar um ângulo aproximadamente de 20° (inclinação mais propícia encontrada, para melhor rendimento do processo).



Fonte: AUTORES, (2020)

Passo 7 – Fixação das canaletas. As canaletas devem ser fixadas com o selante de silicone e a cola de vidro na parte interior da cuba, de modo que percorram todo o trecho até na parte frontal, onde se conecta com a segunda mangueira.



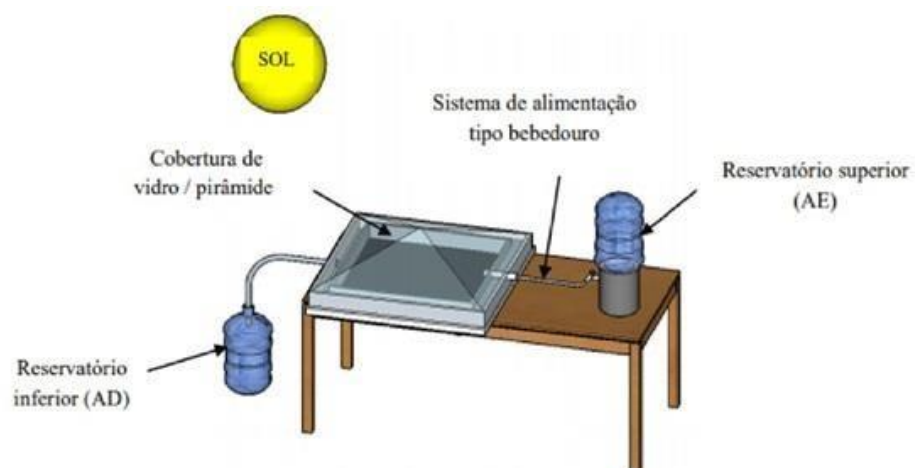
Fonte: ANTUNES, (2012)

Passo 8 – Fixação da mangueira para saída do galão com a água suja – fazendo um pequeno furo na lateral da cuba para acoplar a primeira mangueira de silicone, que deve conter em sua extensão o registro para controlar a entrada de água.



Fonte: ANTUNES, (2012)

Passo 9 – Acoplamento dos galões de água com as mangueiras. O primeiro galão de água ficará numa base fixado um pouco acima do protótipo com a mangueira de silicone acoplada até a cuba de vidro, contendo a água suja. Já o segundo galão estará acoplado a cuba de vidro através de outra mangueira de silicone numa base fixada abaixo do protótipo para receber a água tratada.



Fonte: ANTUNES, (2012)