

# **CARTILHA DE DESSALINIZAÇÃO**

## SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO .....	3
2	ÁGUA NO PLANETA TERRA.....	4
2.1	Ciclo da Água.....	4
2.2	Distribuição da água.....	5
2.3	Consumo de água.....	6
3	A ÁGUA NO BRASIL .....	7
4	USOS E QUALIDADE DA ÁGUA .....	9
5	TRATAMENTO DA ÁGUA .....	10
6	DESSALINIZAÇÃO.....	12
7	SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO .....	13
8	DESSALINIZADOR.....	16
8.1	Osmose e Osmose Inversa. ....	16
8.2	Componentes.....	17
9	OPERAÇÃO .....	19
9.1	Cuidados preliminares.....	19
9.2	Ligando o equipamento. ....	20
9.3	Desligando o equipamento. ....	22
10	QUANDO PARAR O SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO .....	24
11	O QUE FAZER COM O CONCENTRADO .....	25
12	É SEMPRE IMPORTANTE LEMBRAR.....	26

## **1 APRESENTAÇÃO**

O Programa Água Doce trabalha para melhorar as condições de acesso à água no semiárido brasileiro, por meio do sistema de dessalinização que faz o tratamento da água salobra do poço para torná-la potável e ser consumida pelas pessoas que residem na região.

Esta cartilha foi criada para ajudar os usuários a entender como funciona o sistema de dessalinização e também para servir como material de apoio, funcionando como um recurso disponível para divulgação, consultas e esclarecimento de dúvidas que possam surgir durante a operação do sistema de dessalinização e distribuição da água dessalinizada.

## 2 ÁGUA NO PLANETA TERRA

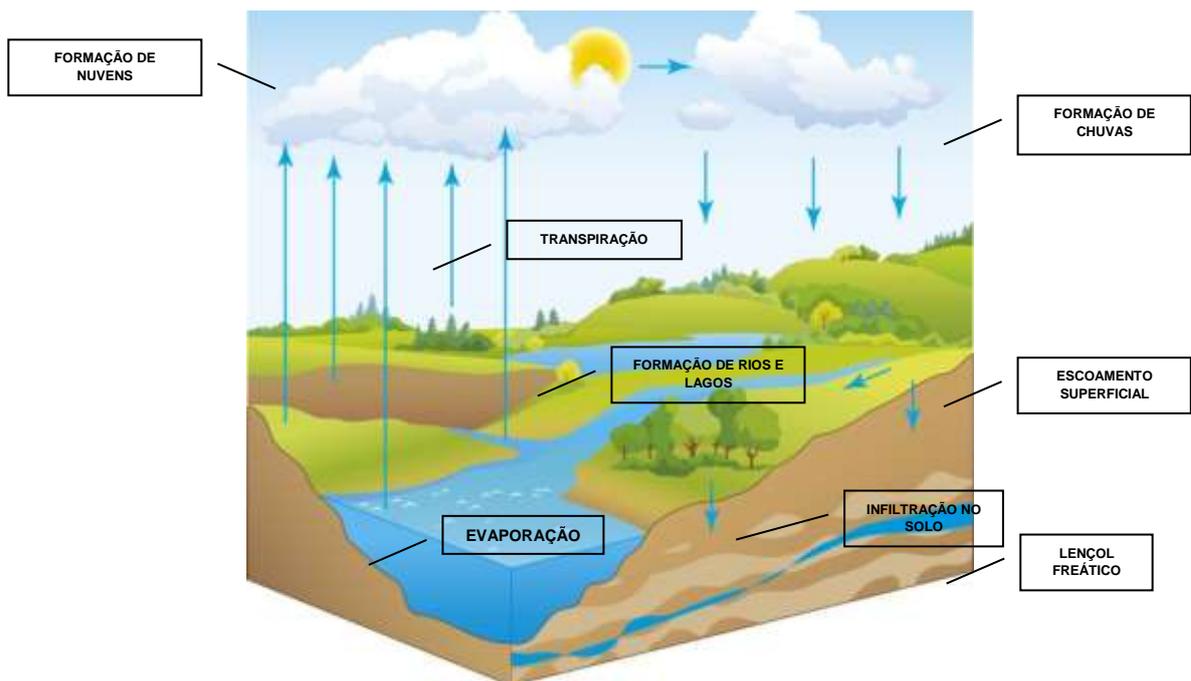
Aprendemos que a água pura é um líquido incolor (sem cor), insípido (sem gosto) e inodoro (sem cheiro), porém essa água pura não é encontrada na natureza. A água natural ou bruta apresenta impurezas que são carregadas pelos caminhos da água. Por isso, a água é chamada de solvente universal, por causa de sua grande capacidade de transportar partículas formando soluções aquosas.

### 2.1 Ciclo da Água.

Os caminhos da água dão origem às fontes de água bruta, que são as águas meteóricas, superficiais ou subterrâneas.

Ao cair na forma de chuva (águas meteóricas), a água carrega impurezas do ar. Ao atingir o solo, seu grande poder solvente faz com que diversas substâncias alterem a sua composição à medida que ocorre a formação dos mares, rios e lagos, ou seja, as diversas fontes de água bruta espalhadas na superfície da terra (águas superficiais), bem como, ao entrar no solo formando os lençóis freáticos (águas subterrâneas).

### Ciclo da Água



A chuva faz parte do ciclo natural da água, chamado ciclo hidrológico. Na primeira parte deste ciclo, a água evapora dos rios e mares e transpira dos vegetais. Dessa forma, grande quantidade de vapor d'água vai para o ar. Na segunda parte do ciclo, o vapor d'água se concentra lá no alto, formando as nuvens. Em seguida, quando as nuvens estão prontas para chover, as águas escorrem pela terra, alimentando as plantas, os animais, os rios, os mares, os açudes, as barragens, os barreiros e os poços. Depois, começa tudo de novo, evaporação, formação de nuvens e chuvas. Este ciclo se repete sem fim e é importante para todos no planeta Terra.

## 2.2 Distribuição da água.

A água cobre 75 % do planeta e 97,5 % do total desta água está nos oceanos, onde a água é salgada. Isto quer dizer que existe um total 2,5 % de água doce, sendo que a maior parte está congelada (1,98 %), restando apenas 0,52 % que se encontra acessível. Porém, a maior parte dessa água disponível não é adequada para consumo. Somente 1 % de toda água doce do planeta está de fato disponível para consumo.



Fonte: <http://aguascomvida.blogspot.com.br/p/agua-no-planeta-agua-desempenha-um.html>

### 2.3 Consumo de água.

Do total da água consumida no mundo, 70 % são para agricultura, 20 % são para indústria e somente 10 % são utilizados para uso doméstico.

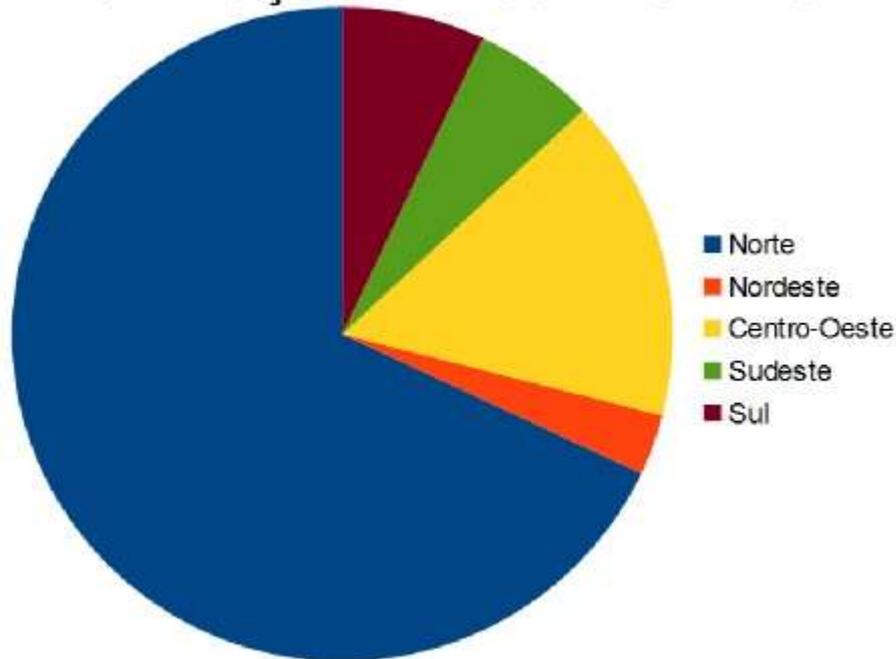


Fonte: <http://aguascomvida.blogspot.com.br/p/agua-no-planeta-agua-desempenha-um.html>

### 3 A ÁGUA NO BRASIL

Quase todo o semiárido brasileiro se encontra na região Nordeste do Brasil. Nesta região, existe pouca chuva e muita evaporação das fontes de água superficiais. Além disso, o solo não é muito bom para guardar água, seja superficial ou subterrânea. É por isso que o semiárido possui menos água do que em outros lugares do país.

#### DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO BRASIL



Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>

O semiárido brasileiro popularmente conhecido como caatinga, nome que vem da vegetação que cresce no local, é uma região com aproximadamente um milhão de quilômetros quadrados, que apresenta características únicas no planeta.

Estima-se que cerca de 25 milhões de pessoas vivem nesta região, muitas delas formando pequenas comunidades espalhadas nessa vastidão de terra e convivendo com restrições e com situações difíceis de acesso à água.

Esta região se caracteriza, ainda, por apresentar pouca chuva concentrada em poucos meses do ano, gerando períodos de chuva e de estiagem. Conta com

temperaturas altas, acima de 26°C, mas com poucas variações. A evaporação no Semiárido é intensa, o que provoca a concentração de sais no solo.

O Semiárido abrange 1.135 cidades, localizadas em nove estados brasileiros, oito deles na região Nordeste (Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia) e um na região Sudeste (parte norte de Minas Gerais).

## 4 USOS E QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade boa ou ruim de uma água depende de como ela será usada. Os usos são definidos de acordo com as características químicas, físicas e biológicas da água. Por exemplo, uma fonte de água bruta pode ser adequada para consumo animal e ser totalmente inadequada para consumo humano.



Fonte: <http://profwladimir.blogspot.com.br/2012/06/mapas-agua-disponibilidade-acesso-e.html>

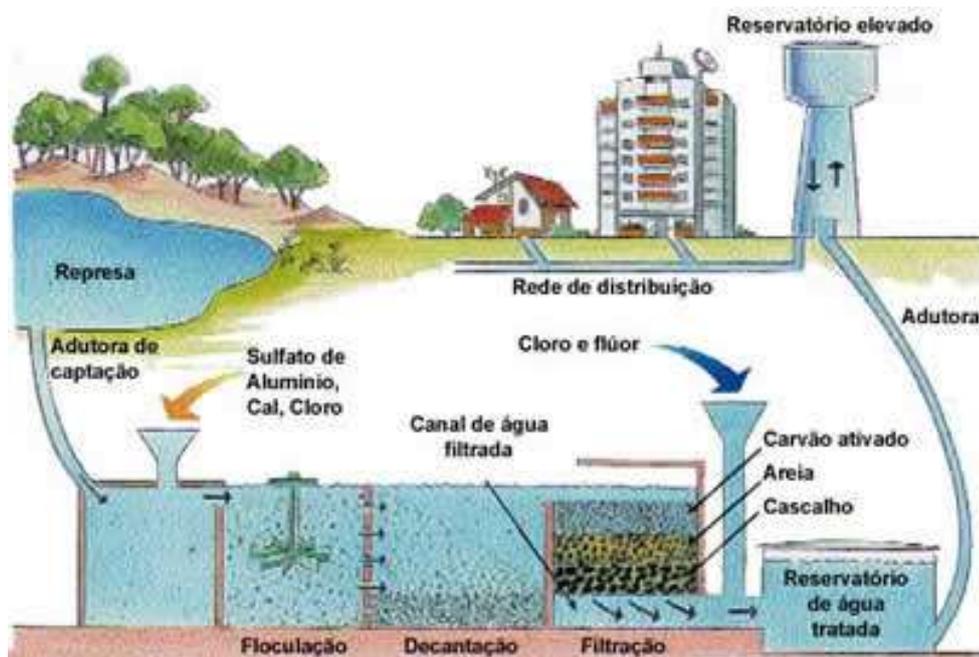
Quando uma água não é adequada, ou não tem qualidade para determinado uso, ela deve ser tratada de acordo com a necessidade de utilização.

## 5 TRATAMENTO DA ÁGUA

A água potável é aquela adequada para o consumo humano e que pode ser consumida sem risco para a saúde. A potabilidade da água tem que atender a um padrão de características físicas, químicas e biológicas. Quando uma água retirada de uma fonte não atende a esse padrão, ela precisa passar por um processo chamado de Tratamento da Água.

Para tratar a água bruta retirada de um rio, um açude ou uma represa, o processo é realizado numa ETA (Estação de Tratamento de Água), em diversas etapas que vão limpando e adequando a água ao Padrão de Potabilidade.

### Estação de Tratamento da Água



Fonte: <http://www.soq.com.br/conteudos/ef/agua/p8.php>

As características físicas para que a água seja considerada potável são:

- Ser inodora, isto é, sem cheiro;
- Ser incolor, isto é, sem cor, quando em pequena quantidade, e azulada, quando em grande quantidade;

- Ter sabor indefinível, mas que permita distingui-la de qualquer outro líquido;
- Ser fresca, sensação que depende da temperatura ambiente.

As alterações físicas da potabilidade da água podem ser causadas pela poluição. E podem ser notadas no cheiro, na limpeza, na cor ou no sabor.

E como principal característica biológica, temos:

- A água não pode conter organismos patogênicos, ou seja, causadores de doenças.

A alteração biológica da potabilidade da água, denominada de contaminação, é causada pela presença de agentes patogênicos vivos, isto é, vermes, bactérias, etc. A água contaminada não é potável e, portanto, não deve ser usada.

É importante saber que nem todas as águas são potáveis, mesmo que pareçam puras. Por isso, deve-se ter muito cuidado com a água de cisternas, ou de origem desconhecida.

No semiárido brasileiro, além das situações de difícil acesso a água, o tipo de solo e a evaporação intensa tornam as fontes de água disponíveis impróprias para o consumo humano devido à grande quantidade de sais dissolvidos. A maioria dos poços existentes na região possui água salobra (levemente salgada), que tem um gosto ruim, além de fazer mal para a saúde das pessoas. Muitas vezes esses poços são a única fonte de água que as pessoas da região têm para beber.

Para que a água salobra do poço sirva para beber é preciso separar uma parte desse sal da água, o que é feito com o uso de uma máquina chamada dessalinizador. A esse processo de Tratamento da Água dá-se o nome de Dessalinização.

## **6 DESSALINIZAÇÃO**

A dessalinização é o tratamento da água que remove parte dos sais dissolvidos em águas salobras e salinas para se obter água adequada para o consumo humano.

Existem vários processos de dessalinização, sendo o processo de osmose inversa o mais utilizado no mundo inteiro por causa de sua simplicidade de operação, facilidade para manutenção e economia de energia.

Os dessalinizadores instalados no semiárido brasileiro fazem o tratamento da água salobra dos poços transformando em água doce através do processo de osmose inversa. Além da água dessalinizada, também é produzido o concentrado, que é uma água com uma quantidade de sais maior que a água do poço.

O concentrado deve ser utilizado com cuidado para consumo dos animais ou armazenado em tanques de contenção para evaporação.

## 7 SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO

O sistema de dessalinização é a estação de tratamento da água salobra do poço, onde também existem etapas que vão tratando e adequando essa água ao Padrão de Potabilidade.

Os principais componentes do sistema de dessalinização são:

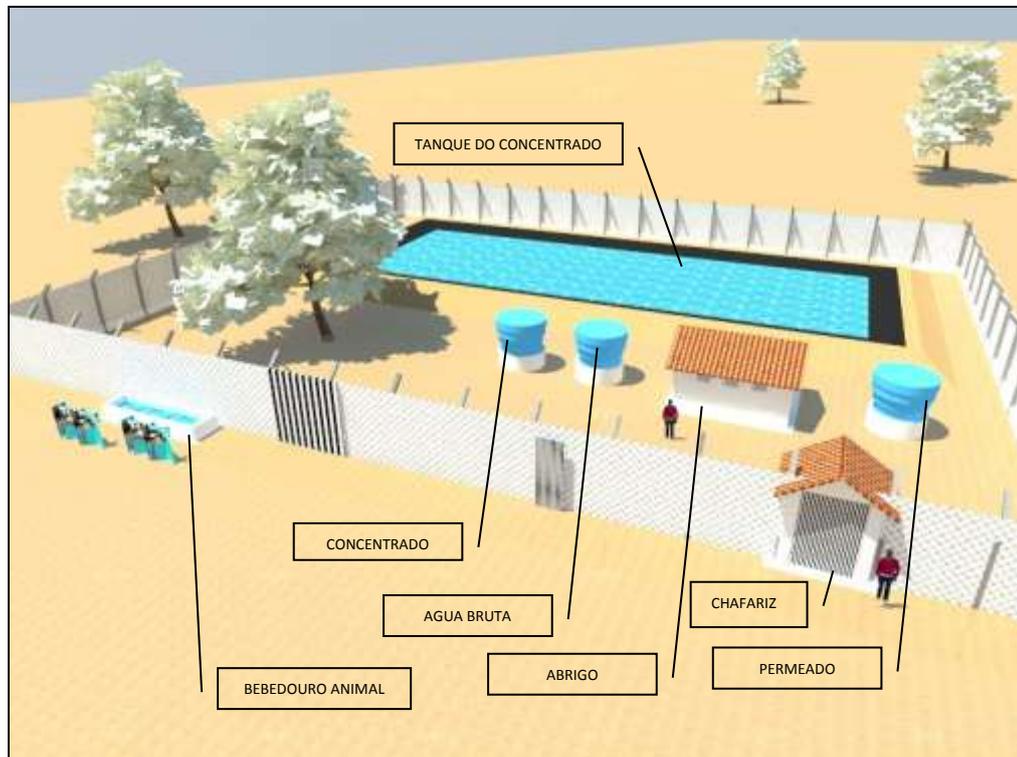
- Bomba do poço.
- Reservatório para água bruta (água do poço).
- Abrigo do dessalinizador.
- Dessalinizador.
- Reservatório para o permeado (água doce).
- Chafariz para distribuição da água potável (água doce clorada).
- Reservatório para o concentrado (água concentrada em sais).
- Chafariz para distribuição da água bruta e do concentrado.
- Bebedouro para os animais (cocho).
- Tanque para contenção do concentrado.

O abrigo é o local onde o dessalinizador se encontra instalado, o qual sempre deve ser mantido limpo e em bom estado de conservação. Próximo ao abrigo se encontra os reservatórios de água bruta, do permeado e do concentrado.

A água salobra do poço é bombeada para o reservatório de água bruta para em seguida ser bombeada para o dessalinizador passando antes por filtros que removem partículas maiores (areia, barro, argila, etc) que causam o entupimento das

membranas. Este é o chamado *Pré Tratamento Físico* da água de alimentação do dessalinizador.

### Sistema de Dessalinização do Programa Água Doce



Fonte: Felipe Braga, Coordenação do Programa Água Doce no Estado da Paraíba.

Este tratamento prévio é complementado com a adição de um produto que evita que os sais se depositem prejudicando as membranas e o tratamento da água salobra do poço. Este é o chamado *Pré Tratamento Químico* da água de alimentação do dessalinizador.

Depois de tratada, a água de alimentação é bombeada para os vasos de pressão com auxílio de uma bomba que gera uma pressão suficiente e necessária para que o processo de osmose inversa aconteça.

A água dessalinizada deve ser tratada com cloro para garantir que sua qualidade biológica seja mantida até a hora do consumo. Este é o chamado *Pós Tratamento*. Somente após a *Cloração do Permeado* é que teremos a *Água Potável* para consumo humano.

A distribuição da água potável para a comunidade é realizada próxima ao abrigo do dessalinizador através de um chafariz construído em alvenaria com revestimento em cerâmica, iluminação, portão, conjunto de torneiras para distribuição da água ou equipamento eletrônico instalado dentro do chafariz onde as pessoas da comunidade têm acesso à água através de fichas ou cartões magnéticos.

## 8 DESSALINIZADOR

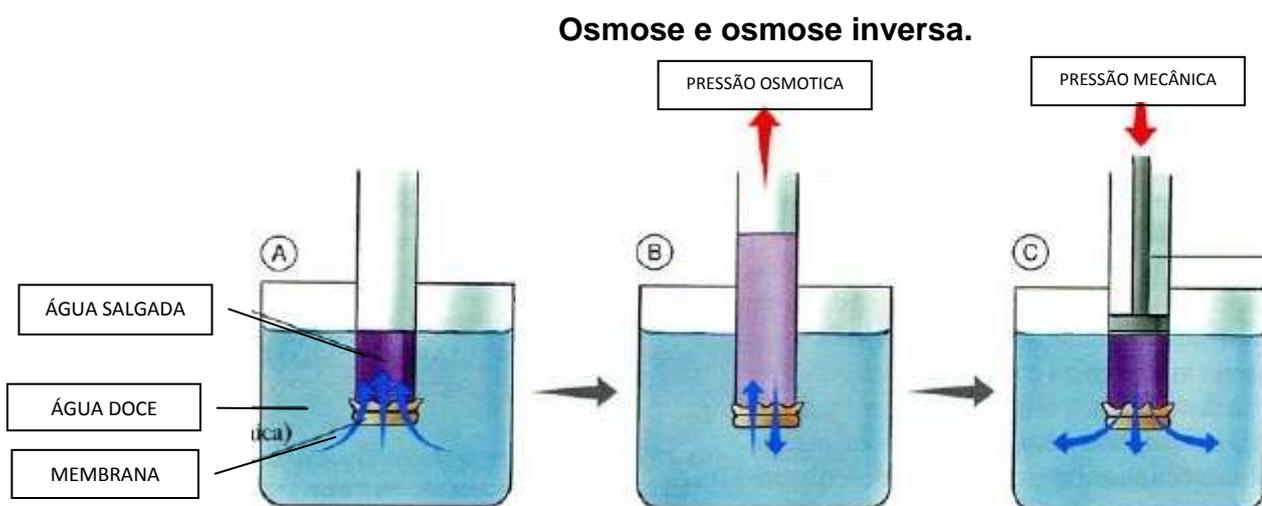
O dessalinizador é um equipamento usado para produzir água doce a partir da água salobra ou salina do poço, empregando o processo de osmose inversa.

### 8.1 Osmose e Osmose Inversa.

A osmose é um fenômeno natural que ocorre quando temos uma água salgada separada de uma água doce por meio de uma membrana semipermeável, ou seja, duas águas com diferentes quantidades de sal de uma para a outra são separadas por uma membrana que permite que a água pura passe de um lado para o outro (A).

Quando isso ocorre, naturalmente, a água passará do lado da água doce para o lado da água salgada até chegarem a um ponto de equilíbrio, onde as duas águas terão a mesma proporção de água e sal. Nesse momento a passagem da água de um lado para o outro acaba e um desnível é formado entre os lados opostos da membrana (B).

Este desnível acontece devido a pressão osmótica que é diferente para cada tipo de água por causa da quantidade de sais que existe em proporções diferentes de uma fonte de água para outra.



Fonte: <https://pt.slideshare.net/nunocorreia/b6-movimentos-transmembranares-1>

A osmose inversa acontece quando uma pressão mecânica maior do que a pressão osmótica é aplicada do lado da solução salgada (C).

O processo de osmose inversa utiliza uma pressão superior à pressão osmótica oferecida pela água salobra ou salgada para produzir a água dessalinizada (permeado) e outra água com mais sal ainda (concentrado). A água dessalinizada pode ser bebida pelas pessoas e o concentrado pode ser guardado para outros usos, como por exemplo, para os animais beberem.

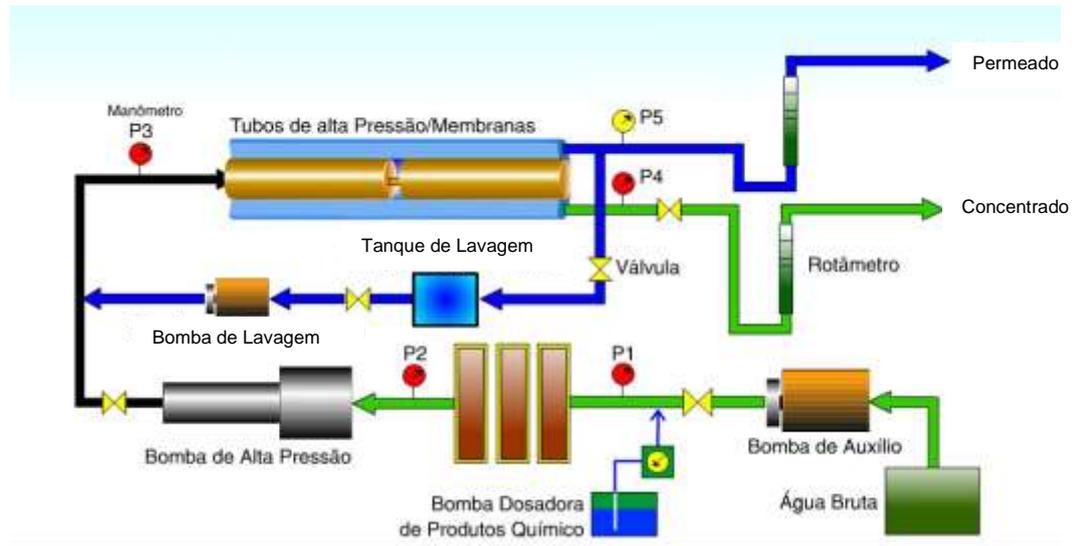
## 8.2 Componentes.

Os principais componentes do dessalinizador são:

- Bomba Auxiliar, que inicia o funcionamento do sistema.
- Conjunto de filtros do pré-tratamento físico.
- Bomba Dosadora responsável pela adição do produto químico do pré-tratamento.
- Bomba de Alta Pressão responsável pelo processo de osmose inversa.
- Vasos de Alta Pressão com membranas de osmose inversa no seu interior.
- Tubulações hidráulicas para baixa e alta pressão da água.
- Instrumentos de medidas das vazões de operação (rotâmetros).
- Instrumentos de medidas das pressões de operação (manômetros).
- Bomba para lavagem das membranas que é acionada ao final de cada ciclo de operação.

- Tanque de armazenamento do permeado para lavagem das membranas ao final de um ciclo de operação.
- Válvulas e registros.

### Componentes do Dessalinizador



Fonte: Manual de operação do dessalinizador, CERB, Bahia.

A água ao entrar no sistema passa por um pré-tratamento e é bombeada, através da bomba de alta pressão, passando através dos vasos que contêm as membranas de osmose inversa, responsáveis pela separação dos sais da água, produzindo uma corrente de água permeada e outra concentrada.

Os vasos de alta pressão, bombas, conjunto de filtros e demais componentes do sistema em geral são montados em uma estrutura metálica com pintura contra corrosão. No dessalinizador temos ainda, equipamento de proteção da bomba de alta pressão (pressostato) e quadro de comando elétrico dos motores bombas.

## 9 OPERAÇÃO

As etapas descritas abaixo devem ser realizadas diariamente pelo operador do sistema de dessalinização, são procedimentos simples, mas de grande importância para o bom funcionamento do dessalinizador, evitando alguns problemas, mantendo a qualidade da água potável e aumentando a duração do equipamento.

### 9.1 Cuidados preliminares.

Antes de iniciar a operação do dessalinizador deve-se verificar:

- As condições dos tanques da água bruta, do permeado e do concentrado. Caso esteja com alguma sujeira, recomenda-se realizar a limpeza antes de ligar o dessalinizador.
- Se os registros estão na posição correta e não na posição de lavagem das membranas.
- As condições do tanque de lavagem. Ele deve estar limpo, pois receberá água dessalinizada (permeado) que será utilizada no final da operação para lavar as membranas.
- O nível de água bruta no reservatório. Caso o nível da água se encontrar baixo, ligar a bomba do poço até que tenha água suficiente. Alguns sistemas possuem bóia elétrica no reservatório para desligar a bomba auxiliar caso falte água no reservatório, mas nem sempre isso pode ocorrer.
- As condições do reservatório e se a quantidade da solução do pré-tratamento é suficiente. Caso esteja sujo ou vazio, realizar a limpeza e preparar uma nova solução com água dessalinizada.

- As condições dos filtros do pré-tratamento, caso estejam sujos deverão ser trocados.
- Se o registro da água bruta está aberto antes de ligar a bomba auxiliar;
- Se existe algum tipo de vazamento. Caso exista, o equipamento só deve ligado após a eliminação do vazamento;
- Se as válvulas de regulação do equipamento estão nas posições corretas. A posição das duas válvulas de controle e regulação do dessalinizador nunca deve ser modificada.
- As condições do reservatório da solução de cloro e se está com a quantidade suficiente para operação do dessalinizador. Caso esteja vazio, preparar uma nova solução de cloro com água dessalinizada.
- A regulação das bombas dosadoras.
- O estado de conservação do quadro de energia.

## 9.2Ligando o equipamento.

- Abrir o registro da água bruta.
- Ligar a chave geral (disjuntor) de energia do dessalinizador.
- Ligar a bomba auxiliar.
- Esperar 2 a 3 minutos para que todo o equipamento seja preenchido com água suficiente antes de ligar a bomba de alta pressão.

- Retirar o ar dos filtros com ajuda de uma flanela evitando cair respingos de água na estrutura metálica do dessalinizador.
- Observar se existe algum vazamento nas tubulações. Em caso positivo, retirar o vazamento antes de ligar a bomba de alta pressão.
- Ligar a bomba dosadora do pré-tratamento e verificar o seu funcionamento. Em alguns casos pode entrar ar ou sujeira na mangueira e o produto não ser dosado corretamente. Em alguns dessalinizadores a bomba dosadora liga junto com a bomba auxiliar ou a bomba de alta pressão.
- Ligar a bomba de alta pressão.
- Anotar as medidas de pressão na entrada e na saída dos filtros do pré-tratamento.
- Anotar as medidas de pressão na entrada e na saída dos vasos de alta pressão.
- Anotar as medidas de vazão do permeado e do concentrado.
- Anotar todas as medidas na planilha de acompanhamento.
- Observar o funcionamento dos motores. Os casos mais comuns são vazamentos entre o motor e a bomba. Isso significa que o selo mecânico precisa ser substituído por um novo. Periodicamente os motores-bombas precisam passar por manutenções com substituição de rolamentos, selos mecânicos, proporcionando melhor funcionamento.

- Medir a concentração de sais. Caso não esteja com equipamento de medição adequado pode-se provar um pouco da água produzida e verificar se apresenta algum sabor.
- Caso a água produzida não esteja dentro dos padrões, desligar o dessalinizador e procurar o técnico responsável.
- Se a água produzida estiver dentro dos padrões, encher o tanque de lavagem com água dessalinizada para ao final da operação fazer a lavagem das membranas.
- Verificar se os reservatórios do permeado e do concentrado estão enchendo normalmente.
- Ligar a bomba dosadora do pós tratamento da água dessalinizada (cloração) e verificar seu funcionamento. Em alguns casos pode entrar ar na mangueira e o produto não ser dosado corretamente. A bomba dosadora da cloração liga junto com a bomba de alta pressão.
- Medir o cloro residual antes de distribuir água para as pessoas.

### 9.3 Desligando o equipamento.

Antes de desligar o dessalinizador deve-se ter o cuidado de observar se os reservatórios do permeado (água doce) e da lavagem das membranas se encontram cheios e que a quantidade de água é suficiente para atender as pessoas naquele dia. Logo após, deve-se:

- Desligar a bomba de alta pressão.
- Desligar a bomba de auxílio.
- Fechar o registro da água bruta.

- Desligar as bombas dosadoras. Em alguns dessalinizadores a bomba dosadora do pré-tratamento desliga junto com a bomba de auxílio ou a bomba de alta pressão.
- Abrir o registro da bomba de lavagem das membranas.
- Ligar a bomba de lavagem das membranas.
- Observar o nível da água no tanque de lavagem até esvaziar.
- Desligar a bomba de lavagem.
- Fechar o registro da bomba de lavagem.
- Desligar a chave geral do equipamento.

## 10 QUANDO PARAR O SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO

O operador deve parar o sistema de dessalinização pelo menos dois dias por mês para fazer a limpeza dos reservatórios e manutenção do dessalinizador e, neste momento, a comunidade deverá estar sabendo que não terá água para ser distribuída. Nestes dias, o operador deve:

- Realizar manutenção do dessalinizador (limpeza dos reservatórios de produtos químicos e de lavagem das membranas, consertos de bombas, limpeza de rotâmetros, limpeza de mangueiras, etc).
- Verificar como estão as condições das tubulações, registros e conexões.
- Verificar a presença de vazamentos nas bombas.
- Verificar as condições dos motores-bombas do dessalinizador e do poço.

Observações importantes:

1. Quando o dessalinizador ficar parado por mais de um dia recomenda-se que os vasos de alta pressão e as membranas fiquem cheios com água dessalinizada e que esta água seja renovada de preferência todos os dias.
2. Quando o dessalinizador ficar parado por um longo período, deve-se realizar a limpeza nas tubulações, nos reservatórios de armazenamento de água e uma limpeza química das membranas.

## 11 O QUE FAZER COM O CONCENTRADO

Como foi dito anteriormente, a cada litro de água dessalinizada que o dessalinizador produz, uma certa quantidade de *Concentrado* de sais também é produzido. Essa quantidade pode variar de acordo com a regulagem da máquina que é feita após um estudo da qualidade da água do poço e da quantidade de água que as pessoas precisam para beber e cozinhar.

Este *Concentrado* do dessalinizador não pode ser lançado direto no solo e precisa ser guardado no *Tanque do Concentrado do Sistema de Dessalinização*.

O concentrado não pode ser considerado um problema pois muitas vezes poderá solucionar outras carências de água para a comunidade. Dependendo de um estudo da qualidade desse concentrado podemos ter outras formas de utilização, como por exemplo, matar a sede dos animais, irrigar a planta atriplex (erva sal) para alimentar os animais do pasto e criar o peixe tilápia, para servir de alimento para a comunidade.

## 12 É SEMPRE IMPORTANTE LEMBRAR

O *Sistema de Dessalinização* é uma *Estação de Tratamento de Água* para consumo humano e precisa de cuidados diários para manter a distribuição da água dessalinizada de forma segura e contínua.

Por isso alguns cuidados devem ser tomados pelo operador do sistema e observados por toda a comunidade, como por exemplo:

- Manter os arredores limpos e capinados.
- Proibir a entrada de animais.
- Manter o abrigo do dessalinizador limpo.
- Manter os componentes do dessalinizador limpos.
- Evitar guardar coisas dentro do abrigo do dessalinizador.
- Verificar semanalmente as condições dos filtros.
- Lavar as mãos para operar o dessalinizador e distribuir a água potável para comunidade.
- Lavar o reservatório de lavagem das membranas pelo menos uma vez por semana.
- Fazer a limpeza dos reservatórios dos produtos químicos sempre que esvaziar.
- Manter todos os reservatórios (água bruta, permeado e concentrado) sempre limpos e bem fechados.
- Manter limpa e evitar tocar a saída de água potável no chafariz.
- Manter tampada a saída de água potável no chafariz quando não estiver distribuindo água.

- Distribuir água potável somente em garrações de plástico usados para água mineral. Durante o transporte da água até a casa os garrações devem ser mantidos fechados.
- Orientar as pessoas para lavar os garrações com água fervida antes de enchê-los com água dessalinizada.

Todo o sistema deve ser mantido limpo para que não ocorra contaminações que comprometam a saúde das pessoas que estão consumindo a água dessalinizada.