

ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: TRATAMENTO CONVENCIONAL E ALTERNATIVAS EM MEIOS RURAIS

CARTILHA INFORMATIVA



Andréa Carvalho Pires
Amanda Caroline Santos Nascimento
Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

PET Saneamento Ambiental

Há 11 anos promovendo integração do ambiente acadêmico com a sociedade através do Ensino, Pesquisa e Extensão.

<http://www.univasf.edu.br/~petsaneamento/>

Andréa Carvalho Pires

Graduanda em Engenharia da Computação e Bolsista PET Saneamento Ambiental - UNIVASF

Amanda Caroline Santos Nascimento

Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental e Bolsista PET Saneamento Ambiental - UNIVASF

Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

Professora Tutora PET Saneamento Ambiental - UNIVASF

Revisores finais:

Antonio dos Santos Filho

Graduando em Engenharia da Computação e Bolsista PET Saneamento Ambiental - UNIVASF

Francine Hiromi Ishikawa

Diretora de projetos especiais de graduação- DPEG/PROEN - UNIVASF

P667a Pires, Andréa Carvalho..

Água para consumo humano: tratamento convencional e alternativas em meios rurais / Andréa Carvalho Pires, Amanda Caroline Santos Nascimento, Miriam Cleide Cavalcante de Amorim. - Petrolina - PE, 2022.
23 f., il. color.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-5322-139-4

1. Água - Tratamento. 2. Água - Controle de qualidade. 3. Água - Consumo humano.
I. Título.

CDD 628.16

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UNIVASF
Bibliotecária: Ana Cleide Lucio Pinheiro - CRB - 4 / 2064

O PET Saneamento Ambiental está nas redes sociais.

Acompanhe nossas informações e publicações!

@petsaneamento



APRESENTAÇÃO

Esta presente cartilha é produção do Programa de Educação Tutorial - Conexão de Saberes: Saneamento Ambiental (PET Saneamento Ambiental), programa do MEC, Ministério da Educação, que é desenvolvido por grupos de estudantes de graduação, sob a tutoria de um Professor. Um grupo tutorial se caracteriza pela presença de um tutor com a missão de estimular a aprendizagem ativa dos seus membros, através da vivência, reflexões e discussões, num clima de informalidade e cooperação. Institucionalmente vinculado à Universidade Federal do Vale do São Francisco e possui o intuito de ser utilizado como instrumento de Ciência, Tecnologia e Inovação.

SUMÁRIO

1. O ABASTECIMENTO DE ÁGUA TAMBÉM É SANEAMENTO BÁSICO

2. ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO CONTEXTO DA POLÍTICA NACIONAL DE SANEAMENTO RURAL

3. ACESSO À ÁGUA DE QUALIDADE

3.1. SISTEMA SIMPLIFICADO UTILIZANDO FILTRO LENTO

3.2. BIOCOAGULANTE

3.3. SISTEMA SIMPLIFICADO UTILIZANDO O FILTRO DE BARRO

3.4. A DESINFECÇÃO DOMICILAR EM MEIO RURAL: HIPOCLORITO DE SÓDIO E O SODIS

4. ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO – O TRATAMENTO CONVENCIONAL

5. O TRATAMENTO SIMPLIFICADO EM UNIDADES DOMICILIARES DE MEIOS RURAIS

6. RISCOS E CUIDADOS COM A UTILIZAÇÃO DO CLORO EM ÁGUA SEM TRATAMENTO PRÉVIO OU SEJA SEM CLARIFICAÇÃO

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

8. AGRADECIMENTOS

ABASTECIMENTO DE ÁGUA TAMBÉM É SANEAMENTO BÁSICO!

A Lei N° 14.026, De 15 De Julho De 2020 (BRASIL, 2020), define o Saneamento Básico como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: **abastecimento de água, esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.**

O **Sistema de Abastecimento de Água** é constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição.

Tal serviço do saneamento básico é garantido também em áreas e meios rurais. Visto que, são objetivos da **Política Federal de Saneamento Básico** entre outros, garantir meios adequados para o atendimento da população rural dispersa, inclusive mediante a utilização de soluções compatíveis com suas características econômicas e sociais peculiares. A mesma também estabelece proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais e de pequenos núcleos urbanos Isolados.

A Política Federal de Saneamento Básico também previu o **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLAN SAB**, o qual estruturou-se em três programas para sua operacionalização:

Saneamento Básico Integrado;
Saneamento Rural;
Saneamento Estruturante.

O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO CONTEXTO DA POLÍTICA NACIONAL DE SANEAMENTO RURAL

A Portaria n° 3.174, de 2 de Dezembro de 2019 dispõe sobre o **Programa Nacional de Saneamento Rural** (PNSR). O Saneamento Rural é um dos programas da Política Federal de Saneamento Básico que visa promover o desenvolvimento de ações de saneamento básico em áreas rurais com vistas à universalização do acesso, por meio de estratégias que garantam a equidade, a integralidade, a intencionalidade, a sustentabilidade dos serviços implantados, a participação e controle social (BRASIL, 2020).

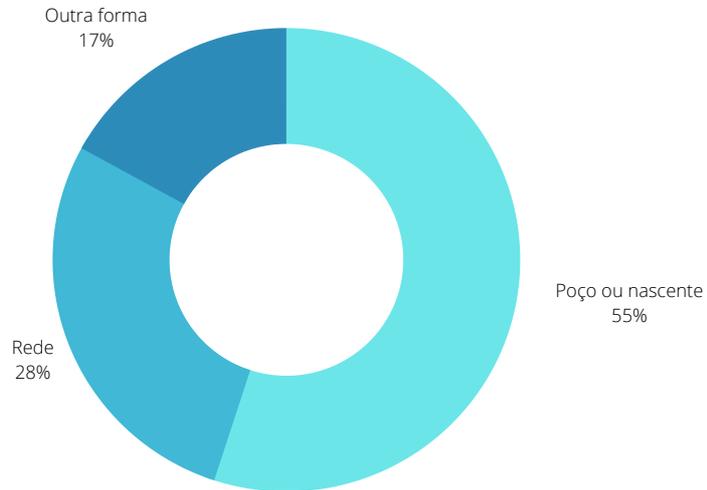


Figura 1 : Porcentagem dos domicílios atendidos por rede de água, por poços ou nascentes e outros

De acordo com o PNSR (2018), apenas 28% dos domicílios rurais são atendidos por rede de água, os demais 72% são atendidos por outras fontes, onde predominam os poços ou nascentes, com 55% (PNSR, 2018. Dados do censo demográfico IBGE 2010).

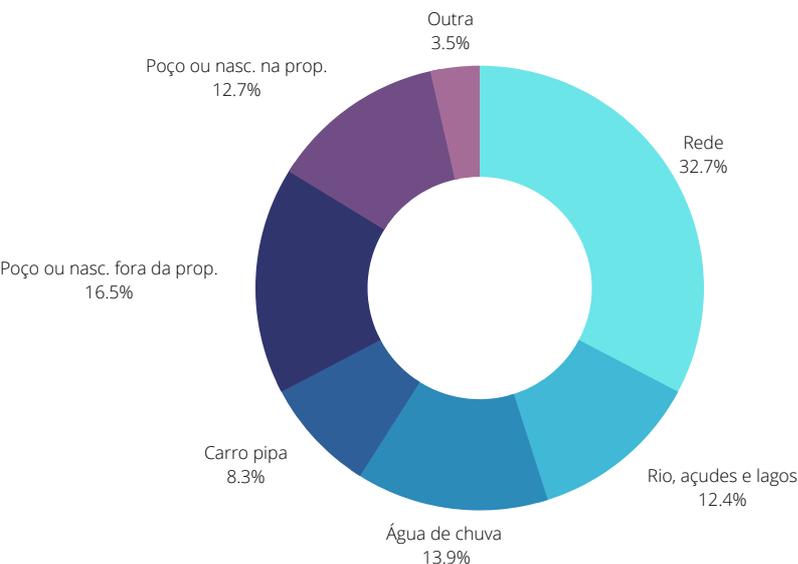


Figura 2 : Porcentagem das formas de abastecimento considerando o bioma caatinga.

Considerando o Saneamento Rural por Bioma, na Caatinga a forma de abastecimento de água por meio de rede representa 32,3%, as outras formas de abastecimento representam 67,7%. Entre estas formas estão poços ou nascentes fora das propriedades, poços dentro da propriedade, a captação de água de chuva, rios, açudes e lagos e carros pipa entre outras (Figura 2. PNSR, 2018).

ACESSO À ÁGUA DE QUALIDADE

Para consumo humano, a legislação brasileira, por meio da Portaria GM/MS 888 de 04 de maio de 2021, dispõe que toda água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

"Água potável é aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem ao padrão de potabilidade e não oferece risco à saúde"

Requisitos físicos

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 outro líquido

Dessa forma, é um desafio promover a adequação da qualidade da água em ambientes rurais aos padrões de potabilidade dispostos na Portaria GM/MS 888/2021 do Ministério da Saúde.

Para tanto tecnologias de tratamentos podem ser aplicadas à água, porém a nível domiciliar estas soluções tecnológicas muitas vezes torna-se difícil, não só pela necessidade de equipamentos, como também pela necessidade de produtos adequados para serem aplicados à água.

Requisito sanitário

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

De forma geral, classificam-se esses tratamentos em:

- **convencionais e simplificados.**

O TRATAMENTO CONVENCIONAL

O tratamento de água consiste em adequar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, tornando-a potável e, portanto adequada ao consumo humano. Consiste em um conjunto de técnicas e processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS 888/2021.

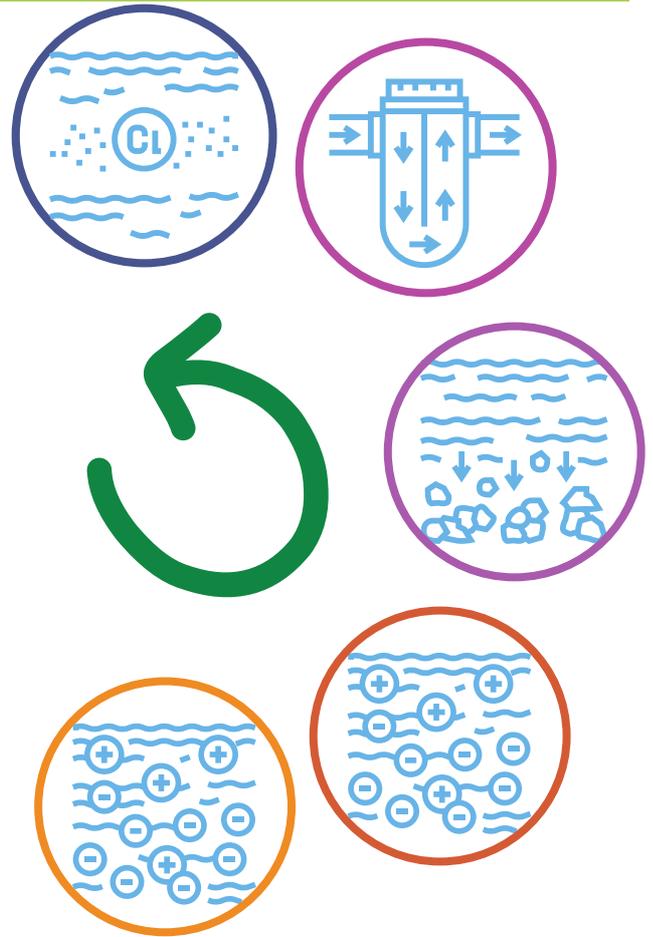
O tratamento de água convencional é realizado em Estações de Tratamento de Água (ETA's). Após tratada a água segue para os reservatórios e, posteriormente, através das redes de distribuição, chega até as casas, escolas, hospitais e etc.

O processo de tratamento consiste em um sequencial de cinco etapas principais onde a cada etapa compete uma importância e finalidade:





Estação de Tratamento de Água



1ª Etapa

Coagulação - processo no qual ocorre a formação de coágulos oriundo da desestabilização das partículas de impurezas da água pela ação do coagulante. Este pode ser químico (sais inorgânicos) ou natural (biocoagulante). Os coagulantes utilizados nesta fase e mais empregados nas ETAs são os inorgânicos, sais trivalentes de ferro e alumínio ou polímeros sintéticos (FRANCO et al., 2017). O mais comumente utilizado é o sulfato de alumínio.

2ª Etapa

Floculação - por meio de agitação da água coagulada os coágulos são submetidos a choques entre si, unindo-se uns aos outros e formando flocos mais pesados que os coágulos e, portanto, passíveis de remoção por sedimentação e/ou filtração. Esta etapa ocorre em FLOCULADORES.

3ª Etapa

Decantação - etapa na qual ocorrerá a separação dos flocos formados na etapa anterior (partículas sólidas) da água propriamente dita, por ação da força gravitacional. Objetiva remover a maior parte da Cor e a Turbidez da água. Esta etapa ocorre em DECANTADORES.

4ª Etapa

Filtração - é um processo de separação que envolve fenômenos físicos, químicos e biológicos, no qual as partículas sólidas e uma parte das bactérias, são retidos em um meio poroso (areia). A filtração pode ser rápida ou lenta em função da velocidade e da taxa de filtração utilizada. Objetiva remover sólidos não retidos na etapa anterior e também auxiliar a etapa seguinte (FILTRAÇÃO).



Os processos de coagulação, floculação e sedimentação compõem o conhecido processo de "**Clarificação**" da água, tornando-a menos turva, devido à remoção de partículas suspensas.

5ª Etapa

Desinfecção - etapa que elimina organismos patogênicos existentes na água. O **cloro** é o agente desinfectante mais comumente utilizado nas ETAs para desinfecção da água, em razão da eficiência e praticidade no combate aos microrganismos patogênicos.

ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

O TRATAMENTO SIMPLIFICADO EM UNIDADES DOMICILIARES DE MEIOS RURAIS

No Brasil e no mundo a parcela da população que não é provida pelo sistema público de abastecimento de água potável recorre a **formas alternativas** de acesso à água como: captação da água em poços, nascentes, águas da chuva, cisternas, carros pipas, entre outros. Estas podem ser coletivas ou individuais.



A Lei Federal nº 11.445/2007 (art. 5º) enuncia que **não constitui serviço público a ação de saneamento executada por meio de soluções individuais, desde que o usuário não dependa de terceiros para operar os serviços.** Dessa forma soluções individuais domiciliares de tratamento são de responsabilidade do indivíduo.

Em ambos os casos a **Lei 11.445/2005** assegura que formas alternativas devem ser utilizadas para que a população dessas localidades possa consumir água de qualidade. Estas formas ou **soluções alternativas** embora sejam obras de infraestruturas simplificadas devem fornecer água potável conforme padrão de qualidade predeterminado pela Portaria GM/MS 888 de 04 de maio de 2021 e assim promover a melhoria nos índices de saúde das populações rurais.

Segundo Guimarães (2007), sistemas simplificados de abastecimento de água surgem desde a Idade Antiga. Utilizando técnicas simples de tratamento de água, as alternativas adotadas para tratar a água vão desde os **filtros lentos de areia** ao uso de **biocogulantes e filtros de barro**. Tais tecnologias de tratamentos de água devem seguir especificações como, baixo custo de operação e facilidade operacional, uma vez que majoritariamente serão implementados e monitorados pelos próprios usuários rurais (ARANTES, 2015).

SISTEMA SIMPLIFICADO UTILIZANDO FILTRO LENTO

A aplicação do tratamento simplificado utilizando a filtração lenta pode ser realizada unicamente, sem adição de produtos químicos ou aliada à etapa de clarificação com coagulante natural. **Os filtros lentos operam como um processo físico-químico e em alguns casos biológicos, para a separação das impurezas.** São utilizados diversos materiais granulares como: areia comum, antracito, areia de granada, etc.

O tamanho dos grãos e os poros têm grande influência na remoção de matéria em suspensão pelo filtro e no seu desempenho hidráulico (RICHTER, 2011). A água passa lentamente pelo meio filtrante, podendo ser esse fluxo ascendentes ou descendente também conhecidos como convencionais (MURTHA & HELLER, 2003).

A filtração lenta é de elevada eficiência na remoção de turbidez e de coliformes fecais, podendo chegar a 100% de remoção. Tendo sido apontada por Murtha et al. (1997) como o mais efetivo meio para a eliminação de cistos e oocistos de protozoários do que o tratamento convencional. Porém, não tem boa eficiência para remoção da cor da água.

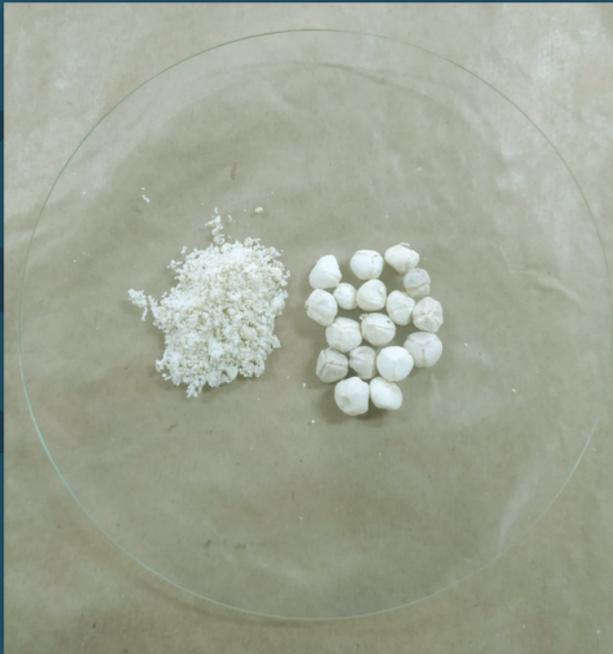
BIOCOAGULANTE

Os **biocoagulantes** emergem como uma tecnologia promissora no setor de saneamento. Destacam-se por serem solúveis em água e efetivos numa ampla faixa de pH, são de baixo impacto ambiental, não são corrosivos e são constituídos em sua maioria por polímeros e proteínas vegetais de baixa toxicidade (LIMA JÚNIOR et al., 2018).

Quitosana, pedra hume, taninos vegetais, sementes, plantas como espécies cactáceas e a *Prosopis Juliflora*, *Jatropha Curcas* L., conhecida tipicamente como pinhão manso ou pinhão-de-purga (cujo princípio ativo é uma proteína catiônica solúvel) entre outros são produtos naturais que cientistas vêm identificando e que possuem polímeros capazes de exercer a função de coagulante.



Dentre esses produtos destacam-se as sementes da *Moringa oleifera*, planta originária da África e disseminada na América, devido ao seu melhor potencial quando comparadas aos outros coagulantes naturais (FRANCO et al., 2012), a disponibilidade das sementes e sua praticidade de aplicação. Cerca de 40% da massa de sua semente é constituída por proteínas catiônicas de baixo peso molecular, as quais, quando solubilizadas em água agem como eficientes coagulantes para águas naturais (FRANCO et al., 2017).



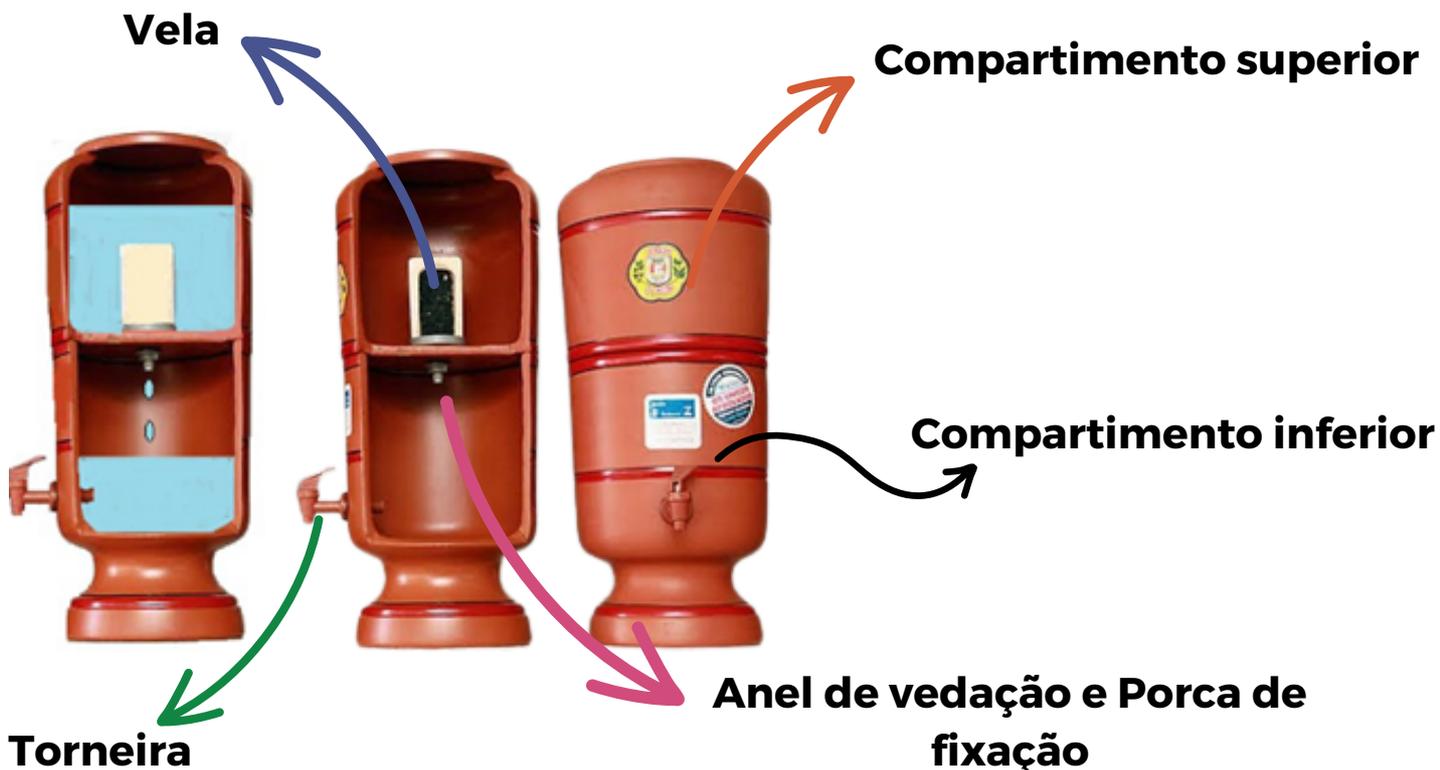
A utilização da semente in natura se dá por trituração até a formação de um pó fino, o qual pode ser pulverizado diretamente na água, ou ser diluído formando uma solução aquosa e posteriormente aplicada à água.

SISTEMA SIMPLIFICADO UTILIZANDO O FILTRO DE BARRO

Sua função é reter partículas e bactérias presentes na água, de forma que a água a ser consumida esteja isenta de microrganismos causadores de doenças hídricas. Para evitar entupimento do meio filtrante (a vela) a água a ser filtrada deve possuir baixa turbidez, devendo para isso ser submetida ao processo de clarificação.



Filtros de barro podem ser considerados como soluções tecnológicas simplificadas a serem utilizadas nas unidades domiciliares. Tratando pequenos volumes de água o filtro de barro, é também é uma opção de filtração lenta. Este é um dispositivo de gravidade, onde a água a ser filtrada passa através da vela e goteja do recipiente superior para o inferior do filtro, ficando ali armazenada para o consumo. O elemento filtrante utilizado é a vela de cerâmica, com paredes filtrantes em material cerâmico poroso, muitas vezes pode ser denominada de vela simples ou, ainda vela tradicional (FERNANDES, 2015).



A DESINFECÇÃO DOMICILAR EM MEIO RURAL: HIPOCLORITO DE SÓDIO E O SODIS

Por fim, sabendo-se que para que a água esteja de fato sanitariamente segura, faz-se necessário a **desinfecção** - etapa que elimina organismos patogênicos existentes. Em tratamentos simplificados e domiciliares duas técnicas de desinfecção podem ser efetuadas: por métodos químicos (uso de agentes químicos) ou por métodos físicos (calor).

MÉTODOS QUÍMICOS

O uso de agentes químicos para a desinfecção pode ser feito por meio do **cloro**, que a nível domiciliar, o **hipoclorito de sódio** (líquido) destaca-se por sua praticidade e pequena quantidade utilizada. Depois de filtrada, o hipoclorito é adicionado à água devendo-se aguardar um tempo de **30 minutos** para que a desinfecção se complete e a água possa ser consumida.

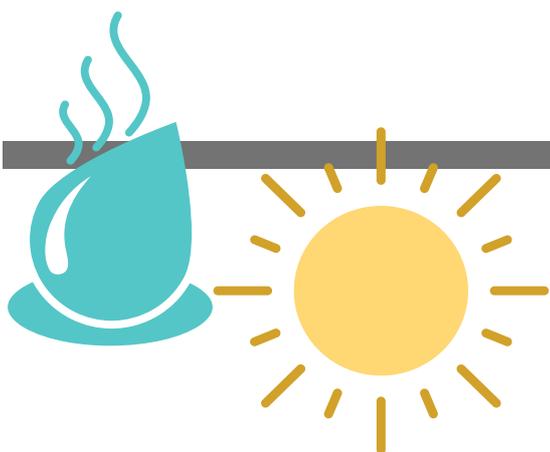
ATENÇÃO! Alerta-se para a recomendação de que a água seja **CLARIFICADA** e **FILTRADA** antes da adição do cloro. Isso para se evitar a formação de subprodutos da desinfecção e que podem ser prejudiciais. Recomenda-se que a quantidade aplicada máxima seja de 5,0 mg/L de cloro e que após os 30 minutos, 0,2 mg/L de cloro permaneçam na água para proteger a água de contaminações posteriores.



NaClO

MÉTODOS FÍSICOS

Os processos de desinfecção em escala doméstica que utilizam o calor podem ser realizados por **fervura da água** ou por **exposição a luz solar** (desinfecção por radiação).



A Tecnologia **SODIS**, sigla para desinfecção solar (SOLAR WATER DESINFECTION), é um método, simples e barato, que utiliza o sol, como tratamento microbiológico da água (SODIS, 2003). O uso da energia solar para desinfecção da água é uma descoberta milenar que remonta da antiga Índia a 2000 a.C (Sobsey, 2002) sendo adotada em países como a Colômbia, Bolívia, Indonésia, Tailândia e China e no Brasil, o estudo da desinfecção solar teve início na década de 70.

A ação bactericida da SODIS se dá por meio da combinação entre temperatura e radiação ultravioleta. Os requisitos para remoção de coliformes da ordem de 10^3 é a escala de tratamento, turbidez da água deve ser inferior à 30 NTU e tempo de exposição da radiação solar mínimo de 5 horas com 50% de insolação ou 2 dias consecutivos para 100% de nuvens.

RISCOS E CUIDADOS COM A UTILIZAÇÃO DO CLORO EM ÁGUA SEM TRATAMENTO PRÉVIO OU SEJA SEM CLARIFICAÇÃO



Para o uso do tratamento alternativo devem-se tomar alguns cuidados tais como:

- o produto escolhido;
- se a água é filtrada ou não;
- a quantidade a ser utilizada;
- o tempo que o produto ficará na água até o consumo.

Opte por produtos naturais, que já foram testados em estudos para que não haja risco de contaminação pelo uso exagerado ou muito tempo de repouso.

Com base em culturas populares na maioria das residências que fazem uso do filtro de barro e do cloro, adicionam o cloro na água no momento da filtração e essa prática não está correta, pois, pode causar a formação de substâncias prejudiciais a saúde.

A água sem tratamento apresenta partículas sólidas que quando entram em contato com as substâncias químicas presentes no cloro podem formar outra substância tóxica conhecida por **trihalometanos (THM)** que podem causar sérios danos a saúde porque são cancerígenas.

Outro fator que deve ser observado também é a quantidade de cloro a ser utilizada, que deve obedecer ao volume indicado no rótulo da embalagem do cloro, pois o uso exagerado desse produto químico também pode causar gosto e odor desagradáveis na água e possíveis reações no organismo como alergias e ocorrência de diarreia.



RECOMENDAÇÕES PARA USO DO CLORO EM ÁGUA SEM TRATAMENTO PRÉVIO OU SEJA SEM CLARIFICAÇÃO



CUIDADOS E RECOMENDAÇÕES

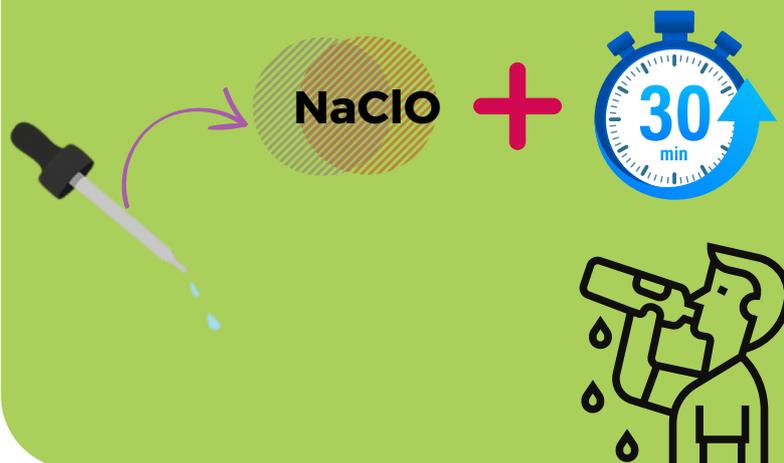
Dessa forma, para o uso do cloro, recomenda-se:

- Se possível faça a **CLARIFICAÇÃO** da água com uso de coagulantes naturais como a semente de moringa;
- Em seguida filtre a água utilizando o filtro de barro.
- Depois que a água passar por esse processo, adicione o cloro e aguarde o tempo para a desinfecção da água, deixando-a em repouso.

COMO FAZER NA PRÁTICA?

Dessa forma, para o uso do cloro, o correto é fazer a clarificação da água, depois a filtração da água utilizando o filtro de barro e em seguida adicionar o cloro.

- Depois de filtrada coloque a água em outro recipiente ou até mesmo na parte inferior do filtro;
- Adicione 2 gotas de hipoclorito de sódio (10%) para cada litro de água contido;
- Espere 30 minutos para consumir.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

É imprescindível que a qualidade da água seja levada em consideração no momento do seu consumo, principalmente nas áreas rurais. Tais regiões necessitam igualmente de atenção para que as águas que já estão e chegam nelas sejam cuidadas e aproveitadas de acordo com as leis e parâmetros que garantem as devidas características para consumo.

Sendo assim, deseja-se que as informações, cuidadosamente trazidas, possam servir como estímulo de implementação e como meio para sanar as dúvidas quanto aos processos descritos na cartilha informativa.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento dirigido à UNIVASF e à Proen pelas políticas de incentivo acadêmico, ao Ministério da Educação e ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) agradecimento ao apoio e oportunidade financeira oferecidos aos bolsistas do Programa de Educação Tutorial - Saneamento Ambiental.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Novo Marco Regulatório do Saneamento**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421-318461562>. Acesso em: 07 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS Nº 888. **Controle e vigilância a qualidade da água para consumo humano e seu o padrão de potabilidade**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 07 out. 2022.

FRANCO, C. S.; BATISTA, M. D. A.; OLIVEIRA, L. F. C.; KOHN, G. P.; FIA, R. **Coagulação com semente de moringa oleífera preparada por diferentes métodos em águas com turbidez de 20 a 100 UNT**. EngSanitAmbient | v.22, n.4, p. 781-788, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017145729>. Acesso em: 07 out. 2022.

MURTHA, N. A.; HELLER, L. **Avaliação da influência de parâmetro de projeto e das características da água bruta no comportamento de filtros lentos de areia**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v.8, n.4, out./dez. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000400007>. Acesso em: 07 out. 2022.

MURTHA, N. A.; HELLER, L.; LIBÂNIO, M. **A filtração lenta em areia como alternativa tecnológica para o tratamento de águas de abastecimento no Brasil**. In: A CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., 1997, Foz do Iguaçu. Anais do XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1275.0480>. Acesso em: 07 out. 2022.

SODIS. **Climatic conditions: solar radiation**, Technical Note #5, 2003. Disponível em: <http://www.sodis.ch>. Acesso em 07 out 2022.

