

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE



# OPERAÇÃO E MONITORAMENTO DAS SAC/SSAA

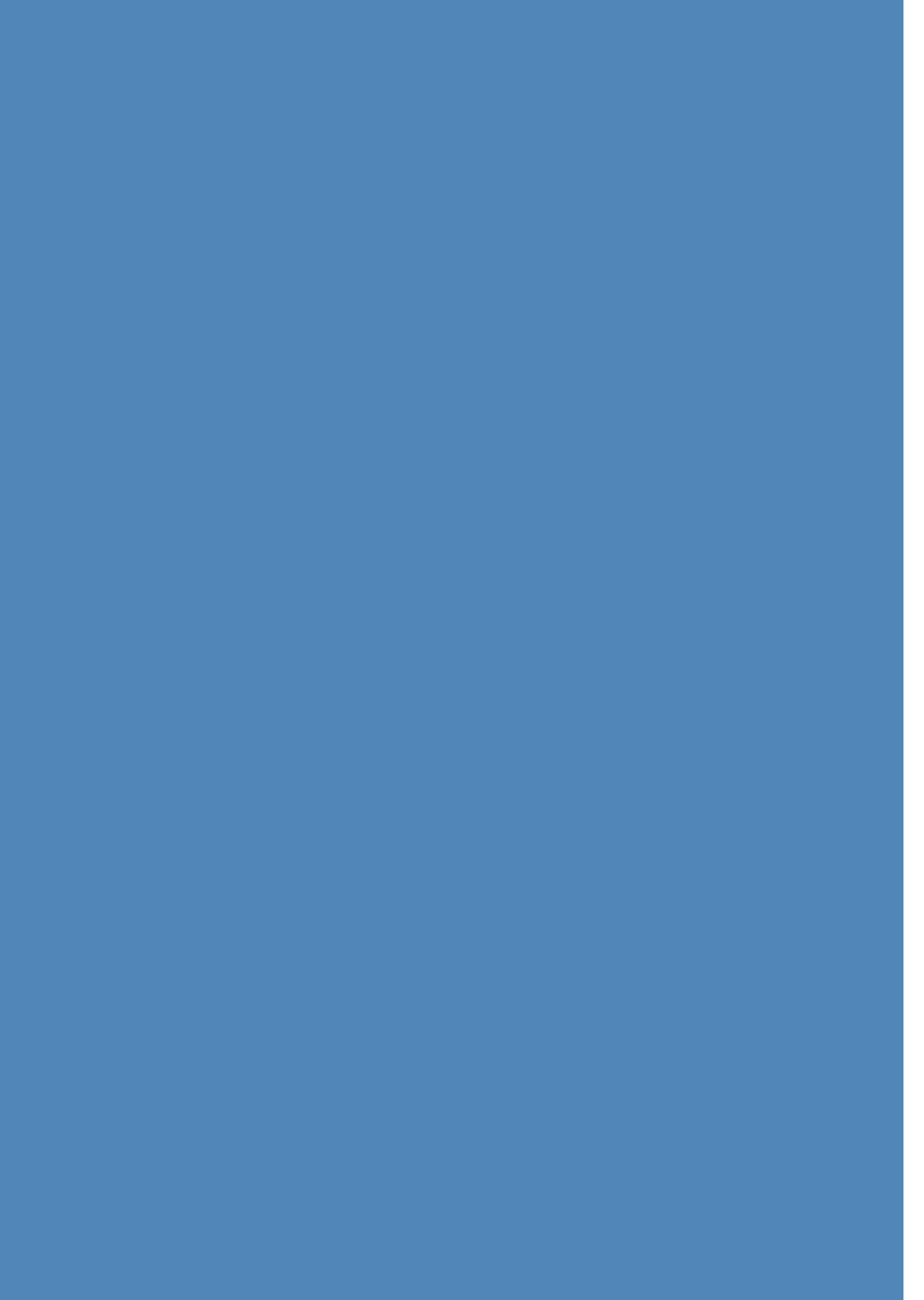
CADERNO DIDÁTICO TÉCNICO

DISTRIBUIÇÃO  
VENDA PROIBIDA  
GRATUITA

BRASÍLIA - DF  
2024

**UNIVASF**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO





**FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE**

Departamento de Engenharia de Saúde Pública

# OPERAÇÃO E MONITORAMENTO DAS SAC/SSAA

CADERNO DIDÁTICO TÉCNICO

BRASÍLIA - DF  
2024



2024. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde.



Essa obra é disponibilizada nos termos da Licença Creative Commons – Atribuição – Não Comercial – Compartilhamento pela mesma licença 4.0 Internacional. É permitida a reprodução parcial ou total dessa obra, desde que citada a fonte.

A coleção institucional da Fundação Nacional de Saúde, pode ser acessada, na íntegra, no Repositório do Conhecimento da Funasa: <<http://repositorio.funasa.gov.br>> e na Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde: <<https://www.saude.gov.br/bvs>>.

Tiragem: 1ª edição – 2024 – 100 exemplares

*ELABORAÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E INFORMAÇÕES*

**Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF**

Endereço: Av. José de Sá Maniçoba S/N - Centro. CEP: 56304-917 - Petrolina/PE.

Telefone: (87) 99901-4878

email: [proagua@univasf.edu.br](mailto:proagua@univasf.edu.br)

Home page: <http://proaguarural.com.br>

**Fundação Nacional de Saúde (Funasa)**

Departamento de Engenharia de Saúde Pública (Densp)

Setor de Autarquias Sul (SAUS). Quadra 4 Bloco N

Brasília/DF CEP: 70.719-040 - Telefone: (61) 3314-6221

Home page: <http://www.funasa.gov.br>

*EDITORA:*

Fundação Nacional de Saúde (Funasa)

Coordenação de Comunicação Social e Cerimonial (Coesc)

Divisão de Comunicação Visual e Mídias Digitais (Dicov)

Setor de Autarquias Sua (SAUS) - Quadra 04, Bloco N, 9º andar

Brasília/DF. CEP: 700070-040 - Telefone: (61) 3314-6221

*NORMALIZAÇÃO:*

Fundação Nacional de Saúde (Funasa)

Coordenação de Comunicação Social e Cerimonial (Coesc)

Divisão de Museu e Biblioteca (Dimub)

Setor de Autarquias Sul (SAUS) - Quadra 04, Bloco N - 2º andar

Brasília/DF CEP: 70070-040 - Telefone: (61) 3314-6333

*COORDENAÇÃO:*

Anderson Miranda de Souza

Daniel Salgado Pifano

*COORDENAÇÃO TÉCNICA:*

Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

*REVISÃO:*

Alexandre Pessoa Dias

Grazielle Cândida Fernandes Marra

Helena Magalhães Porto Lira

*EDIÇÃO:*

Jéssyka Maria Nunes Galvão

*ELABORAÇÃO DE TEXTO:*

Alyne Gessick Lima

Andreza Carla Lopes Andre

Milenna Alves dos Santos

*DIREÇÃO DE ARTE:*

Havane Maria Bezerra de Melo

*ILUSTRAÇÃO E DIAGRAMAÇÃO:*

Alessandra R. P. Paes

Carlos Laécio Evangelista França

Impresso no Brasil/*Printed in Brazil*

Ficha Catalográfica

Brasil. Fundação Nacional de Saúde.

Projeto Proágua Rural: tecnologia, operação e monitoramento das SAC/SSAA / Fundação Nacional de Saúde, Universidade Federal do Vale do São Francisco. – Brasília: Funasa, 2024.

100 p. : il. (Caderno didático técnico)

ISBN 978-65-6138-000-3

1. Tecnologia de Saneantes. 2. Abastecimento Rural de Água. 3. Saneamento Rural. I. Título. II. Série.

CDU 628

Catálogo na fonte - Divisão de Museu e Biblioteca - Funasa

*Títulos para indexação:*

Proágua Rural Project: operation and monitoring of Collective Alternative Supply Solutions and Simplified Water Supply Systems

Proyecto Proágua Rural: operación y seguimiento de Soluciones Colectivas de Abastecimiento Alternativo y Sistemas Simplificados de Abastecimiento de Agua

---

# ABREVIATURAS E SIGLAS

**ABNT**- Associação Brasileira de Normas Técnicas

**ACT** - Acordo de Cooperação Técnica

**Cagece** - Companhia de Água e de Esgoto do Ceará

**CONAMA** - Conselho Nacional de Meio Ambiente

**DRSAIs** - Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado

**Embrapa** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**Funasa** - Fundação Nacional de Saúde

**MIDR** - Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional

**NBR** - Norma Brasileira

**ONGs** - Organizações Não Governamentais

**PISF** - Projeto de Integração do Rio São Francisco

**Plansab** - Plano Nacional de Saneamento Básico

**PNSR** - Programa Nacional de Saneamento Rural

**SAC** - Solução Alternativa Coletiva

**SAAE** - Serviços Autônomos de Água e Esgoto

**SAI** - Solução Alternativa Individual

**Sisar** - Sistema Integrado de Saneamento Rural

**SSAA** - Sistema Simplificado de Abastecimento de Água

**TED** - Termo de Execução Descentralizada

**UNIVASF** - Universidade Federal do Vale do São Francisco

**Vigiagua** - Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano



# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	7
<b>CAPÍTULO 01   INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
Referências .....	16
<b>CAPÍTULO 02   CONTEXTO DO SANEAMENTO RURAL NO BRASIL .....</b>	<b>17</b>
2.1. Saneamento básico: cidadania e saúde .....	18
2.2. Especificidades das áreas rurais .....	19
2.3. Plano Nacional de Saneamento Básico e Programa Nacional de Saneamento Rural .....	21
Referências .....	26
<b>CAPÍTULO 03   MANANCIAIS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA .....</b>	<b>27</b>
3.1. Mananciais Subterrâneas .....	29
3.1.1. Critérios a serem observados para captação .....	30
3.1.2. Proteção sanitária de mananciais subterrâneas .....	32
3.2. Mananciais Superficiais .....	34
3.2.1. Critérios a serem observados para captação .....	34
3.2.2. Proteção sanitária de mananciais superficiais .....	38
3.3. Águas pluviais como fonte alternativa de abastecimento de água .....	38
Referências .....	41
<b>CAPÍTULO 04   QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO .....</b>	<b>43</b>
4.1. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos .....	44
4.2. Características da água bruta .....	52
4.2.1. Captação superficial .....	52
4.2.2. Captação subterrânea .....	52

---

4.3. Etapas convencionais para tratamento de água .....	53
4.3.1. Coagulação/floculação .....	55
4.3.2. Decantação .....	58
4.3.3. Filtração .....	59
4.3.4. Desinfecção .....	61
Referências .....	64

## CAPÍTULO 05 | ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM ÁREAS RURAIS .....

65

5.1. Solução Alternativa Individual (SAI) .....	68
5.2. Solução Alternativa Coletiva (SAC) .....	69
5.2.1. Tecnologias alternativas utilizadas para tratamento e distribuição de água em áreas rurais .....	70
5.3. Sistema Simplificado de Abastecimento de Água (SSAA).....	77
5.4 Manutenção e operação de tecnologias de abastecimento de água ....	78
5.4.1. Manutenção de tecnologias de abastecimento de água .....	78
5.4.2. Operação de tecnologias de abastecimento de água .....	80
Referências .....	91

## CAPÍTULO 06 | CONTROLE E VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO .....

93

6.1. Procedimento para coleta e preservação de amostras de água .....	95
6.2. Plano de amostragem .....	96
Referências .....	97

## CONSIDERAÇÕES FINAIS .....

98



---

# APRESENTAÇÃO

Apresentamos o Projeto PROÁGUA RURAL, sediado na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), em cooperação com a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), sendo esta vinculada ao Ministério da Saúde. O projeto teve seu início em 2022, pelo Termo de Execução Descentralizada (TED) nº 06/2022, tendo como objetivo promover a sustentabilidade das Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento de Água (SACs) e das Soluções Simplificadas de Abastecimento de Água (SSAAs), implantadas pela Funasa, em 70 Municípios pertencentes ao Semiárido brasileiro.

O PROÁGUA RURAL<sup>1</sup> nasceu da real necessidade de ser a base de sustentação para as medidas estruturais, no âmbito do abastecimento de água em áreas rurais. Nessa perspectiva, muitas dessas ações, que vão desde investimentos em projetos e obras, com intervenções físicas relevantes nos territórios para a conformação das infraestruturas de SACs e SSAAs, precisam vir acompanhadas por ações estruturantes de saneamento rural.

As medidas estruturantes, previstas no Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab)<sup>2</sup> e no seu Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR)<sup>3</sup> são entendidas como aquelas que fornecem suporte político, gerencial e técnico para a sustentabilidade da prestação dos serviços de saneamento.

Os marcos referenciais do PNSR se apoiam nos princípios de Direitos Humanos, na promoção da saúde, na erradicação da pobreza extrema e no desenvolvimento rural solidário e sustentável.

Nesse sentido, a cooperação técnica estabelecida entre o PROÁGUA RURAL e os Municípios é estratégica para contribuir com a capacidade de planejamento e com o aperfeiçoamento da gestão quanto à melhoria contínua das infraestruturas físicas nos territórios

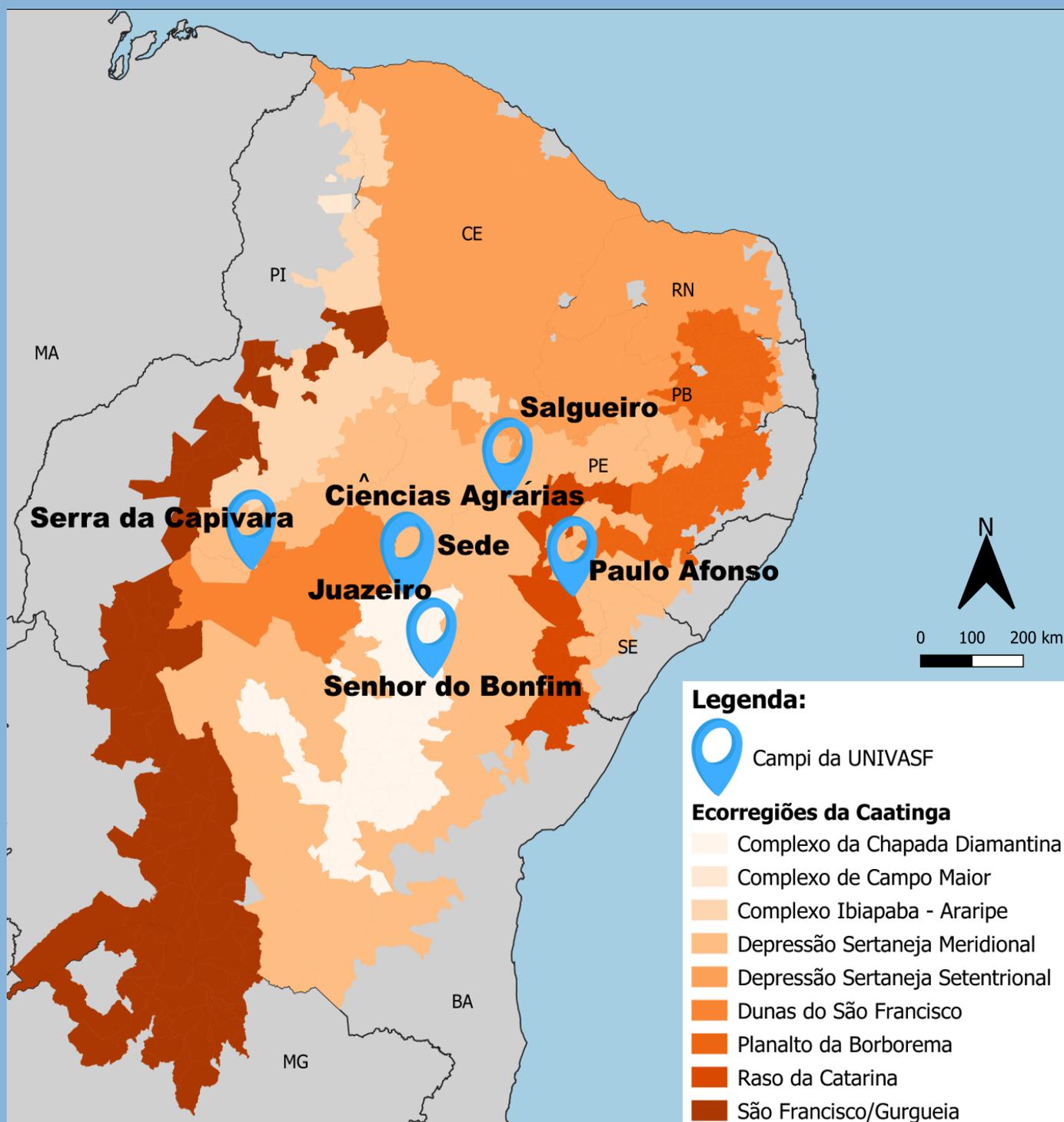
do Semiárido brasileiro. Aumentar os índices de cobertura pelos serviços de abastecimento de água nas comunidades rurais e a qualidade na prestação desses serviços reduzem custos, promovem a melhoria da qualidade de vida e da saúde pública - com a proteção da população quanto aos riscos epidemiológicos, sanitários, patrimoniais e ambientais - além de promover a segurança hídrica e alimentar; fortalecendo as economias locais e regionais.

Acordos de Cooperação Técnica (ACTs) serão celebrados entre os Municípios, a UNIVASF e a Funasa, a fim de pactuar os direitos e deveres de cada ente signatário em todas as etapas do Projeto. Importante mencionar que ao fim deste as Prefeituras terão cada vez mais relevância na atuação junto às comunidades, visto que já terão formação e informação suficientes para assumirem suas responsabilidades quanto ao funcionamento dos sistemas e à ampla participação das comunidades nessa rotina.

O PROÁGUA RURAL compreende ações estruturantes, de qualificação e de capacitação, contribuindo com a aproximação entre os gestores municipais e as comunidades rurais, por meio de três ações:

- I.** Adequação da Operação, Manutenção e Monitoramento das tecnologias de abastecimento de água;
- II.** Aperfeiçoamento da Gestão na prestação dos serviços por meio da responsabilidade compartilhada;
- III.** Promoção da Educação e Participação Social dos agentes públicos e sociais, sendo as comunidades convidadas a exercerem seu protagonismo social no cuidado e manejo sustentável das águas.

**Figura 1** - Ecorregiões abrangidas pelos *Campus* da UNIVASF e pelo Projeto PROÁGUA RURAL



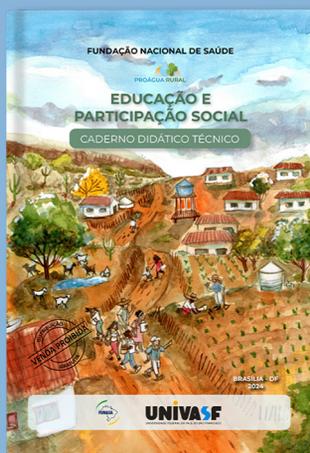
**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

---

A UNIVASF, executora do PROÁGUA RURAL, é uma universidade federal genuinamente sertaneja, com sete *campus* distribuídos pelo Semiárido, abrangendo os Estados do Piauí, Pernambuco e Bahia. Sua capilaridade geográfica abarca as principais ecorregiões da Caatinga, atuando em diferentes territórios e comunidades tradicionais, sendo uma referência extensionista para a região.

Seu corpo técnico de especialistas, professores e estudantes universitários possui ampla experiência em projetos de grande monta relacionados ao abastecimento de água. Desde 2008, a UNIVASF executa o licenciamento ambiental da principal obra de infraestrutura hídrica do País, a transposição do rio São Francisco. As licenças de instalação e operação só foram obtidas pelo Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR) graças ao trabalho realizado pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), que além de possuir cinco professores coordenadores, conta com mais de quinhentos colaboradores terceirizados ocupando cargos que vão desde serviços de manutenção e trabalho rural até postos ocupados por profissionais pós-graduados em suas áreas de formação. Evidentemente que a longa parceria com o MIDR estruturou a UNIVASF fisicamente, com instalações laboratoriais modernas e com equipamentos de primeira linha, algo que beneficia o PROÁGUA RURAL sobremaneira. É notório que a UNIVASF se encontra devidamente preparada para executar em sua plenitude o Projeto.

Nesse sentido, surge a necessidade da criação e divulgação de publicações para os processos formativos a serem contemplados pelo Projeto, como a coleção “Caderno Didático e Técnico”, com os fascículos: Gestão das SAC/SSAA; Operação e Monitoramento das SAC/SSAA; e Educação e Participação Social.



**Imagem 1:**  
Caderno: Educação e Participação Social.



**Imagem 2:**  
Caderno: Operação e Monitoramento das SAC/SSAA.



**Imagem 3:**  
Caderno: Gestão das SAC/SSAA.  
**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

---

Outros meios de comunicação serão utilizados pelo Projeto com o intuito de valorizar a cultura do cuidado com as águas, a partir dos saberes e fazeres das populações do campo e de povos tradicionais, fomentando a comunicação social.

Esta publicação com três fascículos, nas versões impressa e digital, se destina a todos os agentes públicos e atores sociais que participarão nos processos de formação e capacitação durante o Projeto PROÁGUA RURAL, devendo ser consultada nas medidas de planejamento, gestão, operação, manutenção, educação e participação social.

Na perspectiva da educação permanente, poderá ser utilizada em outras oportunidades, por iniciativa das Prefeituras, moradores, entidades e redes de agentes públicos existentes nos territórios, a exemplo dos educadores nas escolas, pelas equipes da estratégia da saúde da família e vigilância em saúde, pelas assistências técnica e extensão rural, nos centros de referências de assistência social, por meio de iniciativas de educadores populares e movimentos sociais, dentre outros.

Esperamos que o conteúdo desses Cadernos Didáticos e Técnicos dialoguem com as expectativas de cada setor da sociedade envolvidos com o escopo do PROÁGUA RURAL, além de contribuir para a organização comunitária e dos gestores públicos visando ampliar o Direito Humano à Água, pois acreditamos no compromisso e dedicação dos envolvidos no saneamento como agentes de transformação da realidade nos territórios do Semiárido.



# CAPÍTULO 1 | INTRODUÇÃO

Seja bem-vindo ao Caderno Didático e Técnico de Operação e Monitoramento dos SAC/SSAA para o abastecimento de água em seu território!

Nosso objetivo é disponibilizar informações e orientações para contribuir com os SAC/SSAA implantados pela Funasa em áreas rurais, por meio da capacitação dos operadores dessas tecnologias de abastecimento de água, bem como orientar os agentes públicos, líderes comunitários e a comunidade de uma maneira geral.

A participação conjunta é fundamental para operação e manutenção das estruturas pertencentes às Soluções Alternativas Individuais (SAIs), às Soluções Alternativas Coletivas (SACs) e aos Sistemas Simplificados de Abastecimento de Água (SSAAs). Trabalhando em conjunto, a fim de garantir o acesso à água potável e a manutenção adequada das estruturas, promovendo uma melhor qualidade de vida e saúde aos moradores das comunidades rurais do Semiárido.

Neste material apresentamos as descrições das tecnologias adotadas e instruções técnicas de forma didática e funcional para viabilizar a execução de ações integradas e coordenadas sobre a operação, manutenção e monitoramento das soluções e sistemas simplificados de abastecimento de água nos territórios.

Iniciaremos nossa jornada compreendendo o contexto do saneamento rural no Brasil, suas especificidades e estreita relação com a cidadania e a saúde humana. Apresentaremos as fontes de captação de água e as condições a serem observadas para captação.

Debateremos sobre os critérios de qualidade da água para consumo humano, utilizando como base a legislação brasileira, além de analisar as principais etapas que compreendem o tratamento da água. Entenderemos ainda quais são os parâmetros e indicadores a serem monitorados continuamente para assegurar que a água chegue a todas as residências da comunidade de acordo com os padrões de potabilidade, e portanto, segura para o consumo humano.

Em seguida, abordaremos as soluções tecnológicas para abastecimento de água para consumo humano encontradas no Semiárido, com destaque para: Salta-Z e dessalinizador. Dedicaremos atenção especial para o detalhamento de suas unidades, compreendendo suas características e os procedimentos relacionados à operação, manutenção e monitoramento, de forma a garantir sua durabilidade e sustentabilidade.

Por fim, demonstraremos como realizar o monitoramento contínuo desses sistemas, a partir da coleta de amostras de água para análise, em laboratório, dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, exigidos pela legislação brasileira, de forma a garantir a segurança da água de consumo.

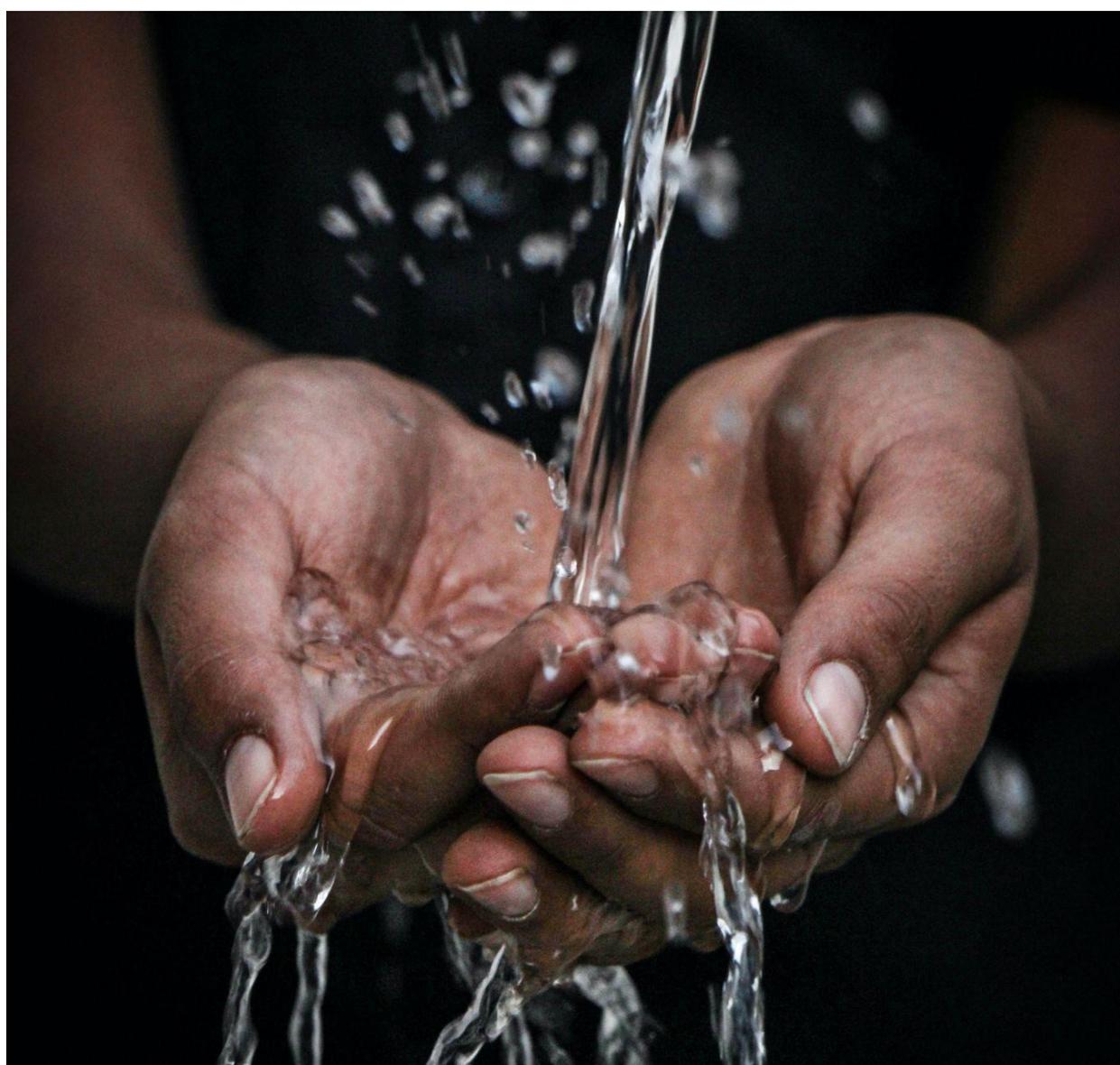
Esse Caderno Técnico se destina a todos os agentes de campo que realizam a operação e manutenção do abastecimento de água e será utilizado nos

processos de formação e capacitação durante a execução do Projeto PROÁGUA RURAL, devendo ter continuidade a sua utilização nas ações de planejamento, gestão, operação e participação social nos territórios.

O próprio processo de trabalho em saneamento rural, a compreensão das tecnologias adotadas, visando a melhoria contínua, é a maior fonte de aprendizado permanente dos agentes públicos e sociais envolvidos.

Estamos comprometidos em compartilhar conhecimentos com vocês! Vamos juntos nessa jornada de aprendizado e conscientização sobre a importância da água potável, a necessidade da responsabilidade coletiva e sua relação vital com a situação de saúde dos territórios!

**Figura 1** - Água tratada.



## Referências

<sup>1</sup>PROÁGUA RURAL. Ministério da Saúde/Funasa/UNIVASF. Disponível em: <https://proaguarural.com.br/>. Acesso em: 31 out. 2023.

<sup>2</sup>BRASIL. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plansab - Plano Nacional de Saneamento Básico**: mais saúde com qualidade de vida e cidadania. Brasília: Ministério das Cidades, 2014. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/ptbr/assuntos/saneamento/Plansab/Plansab\\_texto\\_editado\\_para\\_download.pdf](https://www.gov.br/mdr/ptbr/assuntos/saneamento/Plansab/Plansab_texto_editado_para_download.pdf). Acesso em: 29 out. 2023.

<sup>3</sup>BRASIL. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília: Funasa, 2019. Disponível em: [https://funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL\\_PNSR\\_2019.pdf](https://funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf). Acesso em: 29 out. 2023

<sup>4</sup>MRJN PHOTOGRAPHY. Disponível em: [https://unsplash.com/pt-br/@\\_mrjn\\_esf?utm\\_source=unsplash&utm\\_medium=referral&utm\\_content=creditCopyText](https://unsplash.com/pt-br/@_mrjn_esf?utm_source=unsplash&utm_medium=referral&utm_content=creditCopyText). Acesso em: 31 out. 2023.

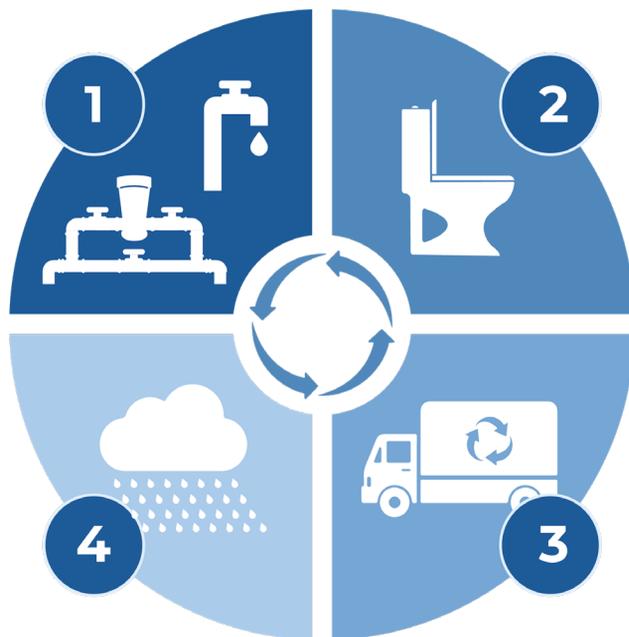


# **CAPÍTULO 2 |** CONTEXTO DO SANEAMENTO RURAL NO BRASIL

## 2.1 | Saneamento básico: cidadania e saúde

O saneamento básico é dos pilares fundamentais para o desenvolvimento de uma sociedade saudável, justa e sustentável. Esse termo é entendido como o conjunto de serviços e infraestruturas essenciais para a saúde e qualidade de vida das pessoas, sendo formado por quatro componentes<sup>1</sup>:

**Figura 1** - Componentes do saneamento.



1. Abastecimento de água;
2. Esgotamento sanitário;
3. Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;
4. Drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

O acesso a esses serviços é um direito de todo cidadão, assegurado pela Constituição Federal Brasileira<sup>2</sup> e pela Lei nº 11.445/2007, reconhecida como Lei do Saneamento Básico<sup>1</sup> e atualizada pela Lei nº 14.026/2020<sup>3</sup>. A falta de acesso ou inadequação desses serviços provoca vários impactos na sociedade, tornando importante discutirmos a relação entre saneamento básico, meio ambiente, cidadania e saúde.

O saneamento básico contribui para a preservação do meio ambiente, já que evita poluentes em rios, açudes, lagos, solos e atmosfera. Da mesma forma, diminui a ocorrência de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAIs). Quando pensamos em abastecimento de água, as doenças de veiculação hídrica estão relacionadas à qualidade, quantidade e regularidade do fornecimento de água à população.

Em termos de qualidade da água, a principal forma de transmissão de DRSAIs é a ingestão de água poluída, uma vez que contém microrganismos causadores de doenças, como vírus, bactérias, protozoários e ovos de helmintos (verminoses). Já quando tratamos da quantidade e regularidade no abastecimento de água à população, o fornecimento de quantidade insuficiente e não regular resulta em hábitos de higiene inadequados, que também podem ser responsáveis pela geração de doenças no ser humano.

Algumas doenças causadas pela falta de saneamento básico adequado são: diarreias, disenterias, hepatite A, malária, esquistossomose, leptospirose, febre amarela, dentre outras. Além de ter essa relação direta com a prevenção de doenças e manutenção da saúde, o saneamento tem influência na cidadania, sendo um importante meio de inclusão social, dando melhores condições de vida para as pessoas em vulnerabilidade, além de promover os direitos fundamentais aos cidadãos, como o direito à saúde, ao bem-estar e a uma vida digna.

Apesar da importância, o Brasil ainda enfrenta desafios para a universalização dos serviços de saneamento, ou seja, para o fornecimento desses serviços a todos. Cerca de 83,7% da população brasileira, em áreas urbanas, recebe água potável e apenas 60,3% possui sistema de esgotamento. Em áreas rurais a situação é mais delicada, cerca de 41,5% da população possui solução adequada para abastecimento de água e apenas 20,6% possui sistema adequado de coleta e tratamento de esgotos, sendo esse um cenário ainda mais desafiador, pois essas regiões possuem algumas especificidades que dificultam o acesso aos serviços sanitários, como comentaremos a seguir<sup>4</sup>.

## 2.2 | Especificidades das áreas rurais

A gestão da prestação de serviços de saneamento básico no Brasil é dever dos Municípios, conforme estabelecido na Constituição Federal de 1988, na Lei Federal nº 11.445/2007 - atualizada pela Lei 14.026/2020 - e no Decreto nº

7.217/2010<sup>5</sup>. Os serviços de saneamento básico podem ser prestados diretamente pela Prefeitura ou indiretamente por meio de autarquias municipais - os chamados Serviços Autônomos de Água e Esgoto (SAAE). Existem situações, ainda, em que essa responsabilidade é repassada às Companhias Estaduais de Abastecimento de Água e Esgoto, ou para empresas privadas.

As áreas rurais, também deveriam estar inseridas nesse cenário sendo conferido acesso adequado aos serviços de saneamento básico, mas, muitas vezes, os municípios encontram dificuldades na prestação desses serviços em função das especificidades dessas áreas.

A dificuldade de acesso em determinadas áreas rurais aos serviços de saneamento básico representa um obstáculo importante, suas características as tornam diferentes das áreas urbanas e criam maiores dificuldades para implementação desses serviços. Uma das principais particularidades das áreas rurais é a dispersão geográfica. Ao contrário das áreas urbanas, as comunidades rurais se estendem por grandes áreas, com as residências localizadas longe umas das outras, tornando necessário um grande investimento financeiro para a expansão das infraestruturas de saneamento para atender essas localidades. Por esses mesmos motivos, existe menor demanda nessas regiões, o que torna as áreas rurais menos atrativas para os prestadores privados de serviços, já que é preciso um grande investimento para atender um menor número de pessoas, bem como necessita de soluções tecnológicas apropriadas.

Outra condição que pode gerar desafios no saneamento em áreas rurais é o afloramento de rochas no solo, dificultando a instalação das tubulações para oferta de serviços sanitários, ou ainda, a localização das comunidades rurais em áreas consideradas de difícil acesso.

Diante dessas singularidades, é fundamental adotar soluções e abordagens apropriadas às necessidades das áreas rurais, que reconheçam seus conhecimentos, atitudes e práticas, bem como suas dimensões sociais, ambientais, culturais e econômicas. Isso passa pelo desenvolvimento de tecnologias sociais, apropriação e ampliação da conscientização comunitária sobre o tema, desenvolvimento e fortalecimento de competências no corpo técnico municipal, participação social ativa dos moradores das comunidades, maior investimento financeiro no setor e maior articulação das três esferas governamentais (federal, estadual e municipal).

Frente a esse cenário, é importante destacar dois importantes avanços dados para a inclusão das populações do campo, da floresta e das águas na agenda nacional de saneamento básico, que foram a criação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) e o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) que serão melhor detalhados a seguir.

## 2.3 | Plano Nacional de Saneamento Básico e Programa Nacional de Saneamento Rural

A grande relevância que o saneamento básico tem na saúde humana e na preservação do meio ambiente têm, ao longo dos anos acelerado a busca pela universalização desses serviços no País.

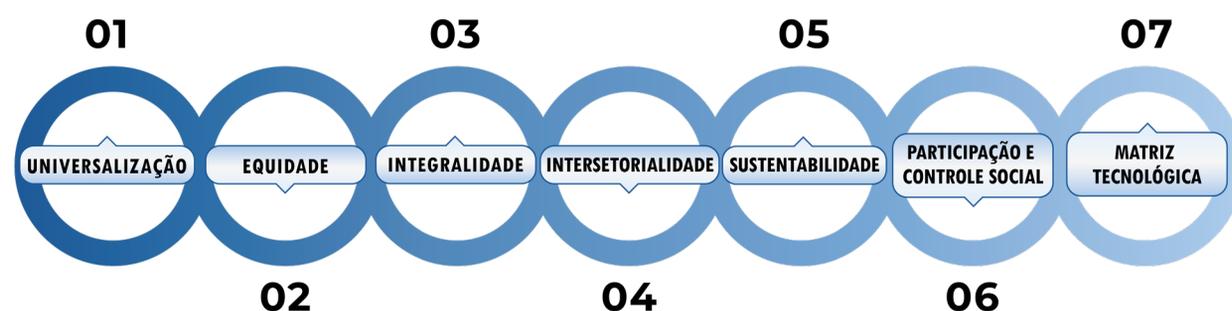
O termo universalização deve ser entendido como a capacidade de oferecer a todos o acesso adequado aos serviços de saneamento de que necessitem, sem que existam barreiras de qualquer tipo, seja legal, social, econômica, cultural ou ambiental.

Um dos grandes passos dados na busca por melhores condições sanitárias no Brasil foi a elaboração, em 2013, da primeira versão do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab)<sup>6</sup>, que foi uma iniciativa do governo brasileiro, instituída pela Lei nº 11.445/2007, com o objetivo de estabelecer diretrizes e metas para a universalização dos serviços de saneamento.

A elaboração do Plansab se deu a partir de uma visão integradora, priorizando o envolvimento e a participação tanto das três esferas governamentais (municipal, estadual e federal), quanto da sociedade, representada por empresários, trabalhadores, movimentos sociais, ONGs e pesquisadores, de forma que todos estivessem comprometidos e unidos na busca por soluções e caminhos para tornar possível a universalização do acesso aos serviços de saneamento, visando a melhoria da saúde humana, qualidade de vida, bem-estar, sustentabilidade ambiental, inclusão social e redução das desigualdades.

A construção do Plansab foi baseada em sete princípios fundamentais, já estabelecidos na Lei nº 11.445/2007, sendo eles<sup>6</sup>:

**Figura 2** - Princípios do Plansab.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

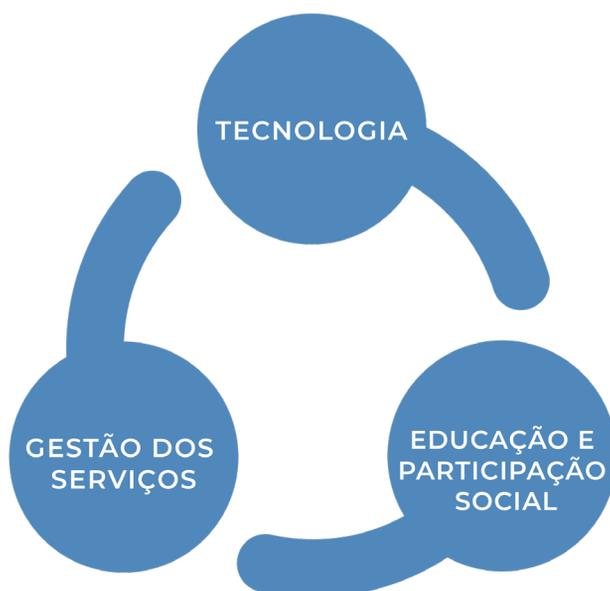
Vale destacar nesse cenário o princípio da matriz tecnológica, que conversa diretamente com os demais. O planejamento a longo prazo das ações de saneamento passa essencialmente pelo desenvolvimento/incorporação e apropriação de soluções tecnológicas. Assim, planejar o saneamento básico do País envolve, portanto, o processo de prospecção tecnológica, ou seja, o mapeamento de novas tecnologias, nacionais e internacionais, desenvolvidas para o saneamento, de forma a identificar tendências e orientar o caminho do setor. Mas, para além disso, a rota tecnológica a ser seguida e as tecnologias a serem incorporadas e incentivadas no País devem levar em consideração os demais princípios e as diversidades socioculturais e geográficas brasileiras, da mesma forma, devem perceber as realidades locais e regionais e o grau de aceitação/apropriação por parte da sociedade.

Nesse sentido, o Plansab estipulou objetivos e metas para a universalização dos serviços de saneamento e traçou ações e estratégias para o investimento no setor, além disso, previu a criação de três programas:

1. Saneamento básico integrado - infraestrutura urbana;
2. Saneamento estruturante;
3. Saneamento rural.

Orientado pelo Plansab, o PNSR é um programa de âmbito nacional voltado especificamente para as populações de áreas rurais, incluindo as comunidades tradicionais e os povos originários, tendo como objetivo universalizar o acesso ao saneamento básico por meio da realização de ações e uso de tecnologias apropriadas, considerando as especificidades locais, sociais, culturais, ambientais e econômicas<sup>7</sup>.

Para tornar possível a universalização, o PNSR está estruturado em três eixos, são eles<sup>7</sup>:

**Figura 3** - Eixos do PNSR.

**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

Todos os eixos estão intimamente conectados. Para explicar essa conexão, é importante notar que toda tecnologia implantada necessita de uma gestão para sua manutenção, operação e controle. As ações educacionais, por sua vez, são necessárias para capacitar a população, tornando possível sua participação e contribuição juntamente com os prestadores dos serviços de saneamento nas soluções tecnológicas implantadas, integrando todos no mesmo objetivo, que é a universalização dos serviços e a sustentabilidade das soluções implantadas.

Nesse contexto, o Eixo de Tecnologia representa as chamadas **ações estruturais**, constituídas por obras de infraestrutura física para a implantação de soluções tecnológicas, individuais ou coletivas, para abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais. Já os eixos de gestão dos serviços e de educação e participação social compõem as chamadas **ações estruturantes**, que dão suporte para a sustentabilidade das soluções tecnológicas implantadas. Assim, para a longevidade das ações estruturais, é fundamental a execução simultânea de ações estruturantes<sup>7</sup>.

Para atendimento das demandas sanitárias existentes, as matrizes tecnológicas contempladas no PNSR consideram, para além da parte técnica,

a gestão das tecnologias pautada na participação social. Assim, a escolha de soluções tecnológicas adequadas para o abastecimento de água dessas populações sofre influência de condicionantes ambientais, demográficos, culturais e econômicos.

Os condicionantes ambientais se referem à quantidade dos recursos hídricos disponíveis na região e sua qualidade, assim como o relevo do terreno, pontos essenciais para definição dos tipos de estruturas a serem utilizadas, bem como para o grau e complexidade das etapas de tratamento necessárias. Os condicionantes demográficos dizem respeito, principalmente, ao tamanho da população local e a forma como esta se organiza no espaço, questões essenciais que orientarão a escolha de Soluções Alternativas Individuais (SAIs), Soluções Alternativas Coletivas (SACs) ou, ainda, Sistemas Simplificados de Abastecimento de Água (SSAAs). Por fim, os condicionantes culturais e econômicos estão diretamente ligados ao grau de aceitação e apropriação das soluções tecnológicas propostas, passando também pela acessibilidade financeira de forma a garantir que as populações tenham suas demandas atendidas<sup>7</sup>.

Para orientar ainda a matriz tecnológica de abastecimento de água, o PNSR estabelece oito diretrizes, são elas<sup>7</sup>:

1. Priorizar a implantação de serviços públicos de abastecimento de água de maior aceitabilidade e de fácil manejo pela população local;
2. Fomentar a participação da população nas etapas de concepção, implantação, operação e manutenção dos serviços públicos de abastecimento de água;
3. Garantir acessibilidade financeira para a perenidade do serviço público de abastecimento de água escolhido e implantado na comunidade;
4. Proteger, preservar e recuperar as coleções hídricas;
5. Estimular a regulação e a fiscalização, que assegurem o acesso democrático e equânime aos recursos hídricos, bem como a preservação de seus usos múltiplos;

6. Incentivar o aproveitamento de água de chuva, com uso de tecnologia e práticas operacionais, que garantam a segurança da água para o consumo humano;
7. Efetivar o controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano em soluções alternativas coletivas e individuais de abastecimento de abastecimento de água nas áreas rurais;
8. Apoiar a utilização de energia solar fotovoltaica e eólica para a redução dos custos com energia elétrica em sistemas de abastecimento de água.

Tendo em vista essas diretrizes, a agenda de saneamento rural vem sendo executada no País, já contando com avanços consideráveis, a exemplo da existência de cisternas em propriedades rurais para o aproveitamento de água da chuva. Além disso, algumas soluções alternativas para abastecimento de água em áreas rurais já fazem uso de energia solar fotovoltaica, reduzindo o custo da operação desses sistemas e contribuindo para sua sustentabilidade.

De forma geral, o PNSR colocou em destaque as áreas rurais, apresentando a situação sanitária real dessas regiões, estabelecendo eixos estratégicos de atuação, diretrizes e metas para solucionar os déficits sanitários existentes e traçando um planejamento dos investimentos financeiros a serem feitos para melhorar as condições de saneamento dessas áreas.

Assim, a partir do emprego de esforço técnico e financeiro das três esferas governamentais, bem como o compromisso e interação destas com as comunidades rurais para a operação, manutenção, monitoramento e manejo das estruturas e tecnologias de abastecimento de água, será possível superar os obstáculos existentes e vislumbrar um cenário cada vez mais positivo de melhoria das condições sanitárias dessas áreas, com a promoção de inclusão social, cidadania e melhoria da saúde humana.

## Referências

<sup>1</sup>BRASIL, República Federativa do. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis no 6.766, de 10 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm). Acesso em: 29 out. 2023.

<sup>2</sup>BRASIL, República Federativa do. **Constituição Federal da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988. Brasília, 1988.** Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 29 out. 2023.

<sup>3</sup>BRASIL, República Federativa do. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#). Acesso em: 29 out. 2023.

<sup>4</sup>BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgotos** – Gestão Técnica de Esgoto, ano de referência – 2020. Brasília: SNS/MDR, 2022.

<sup>5</sup>BRASIL, República Federativa do. **Decreto nº 7217, de 21 de junho de 2010.** Regulamenta a Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/D7217.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/D7217.htm). Acesso em: 29 out. 2023.

<sup>6</sup>BRASIL. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plansab - Plano Nacional de Saneamento Básico:** mais saúde com qualidade de vida e cidadania. Brasília: Ministério das Cidades, 2014. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/Plansab/Plansab\\_texto\\_editado\\_para\\_download.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/Plansab/Plansab_texto_editado_para_download.pdf). Acesso em: 29 out. 2023.

<sup>7</sup>BRASIL. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural.** Brasília: Funasa, 2019. Disponível em: [funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL\\_PNSR\\_2019.pdf](https://funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf). Acesso em: 29 out. 2023.



# **CAPÍTULO 3 |** FONTES DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

Para melhor compreensão dos assuntos tratados neste Caderno, é necessária a apresentação e entendimento de alguns conceitos, são eles:

- **Água doce:** apresenta concentração de sais (salinidade) igual ou inferior a 0,5‰ (partes por mil)<sup>2</sup>.
- **Água salobra:** apresenta salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰ (partes por mil)<sup>2</sup>.
- **Água salina:** apresenta elevada concentração de sais, superior a 30‰ (partes por mil)<sup>2</sup>.
- **Água bruta:** captada no manancial, sem ter recebido qualquer tipo de tratamento.
- **Água potável:** atende aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 888/2021<sup>1</sup>, do Ministério da Saúde. A água é considerada potável quando pode ser consumida pelo ser humano, sem oferecer riscos à saúde.
- **Água tratada:** passou por algum tipo de tratamento para eliminação de substâncias indesejáveis e microrganismos causadores de doenças.
- **Água para consumo humano:** é necessariamente água potável, destinada à ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem.
- **Padrão de potabilidade:** conjunto de valores permitidos para os parâmetros da qualidade da água para consumo humano, estabelecidos pela Portaria nº 888/2021<sup>1</sup>
- **Esgoto:** resíduos líquidos descartados pelas pias, vasos sanitários, chuveiros e tanques de lavar roupas.
- **Águas cinzas:** águas que após o uso são descartadas, com exceção das águas de vasos sanitários.

## PARA SABER MAIS

Acesse a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 - Ministério da Saúde<sup>1</sup>, para saber mais sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

### 3.1 | Mananciais Subterrâneos

Mananciais subterrâneos são depósitos de águas que se encontram abaixo da superfície da terra, nos chamados aquíferos. Para realizar a captação da água é realizada a perfuração de poços, que podem ter diferentes profundidades e diâmetros, dependendo das condições geológicas locais e da quantidade de água a ser retirada do manancial.

Durante a perfuração dos poços, várias camadas de solo são atravessadas até que o aquífero seja alcançado. Em alguns casos é possível que a água jorre devido à pressão natural e, em outros casos, é necessária a instalação de bombas para levar a água até a superfície.

A captação da água subterrânea pode ser realizada por meio de: poços rasos ou profundos; de grande diâmetro ou tubulares; galerias de infiltração; barragens subterrâneas; ou pelo aproveitamento das fontes. Dentre estes, o poço escavado/poço raso é a forma mais comum utilizada pela população para utilização de mananciais subterrâneos. Esse tipo de poço recebe vários nomes nas diversas localidades do Brasil, podendo ser conhecido como poço caipira, poço raso, cacimba, cacimbão, entre outros<sup>3</sup>.

## 3.1.1 | Critérios a serem observados para captação

### • Qualidade da água

A captação de água em poços rasos é mais sensível a contaminações externas, que podem ocorrer quando o poço está localizado próximo a fossas, postos de gasolina, criatórios de animais, depósitos de lixo e outras fontes de poluição, colocando em risco a saúde da população abastecida. Em função disso, o poço deve estar localizado a uma distância mínima de **15 metros** de fossas sépticas e a pelo menos **45 metros** de qualquer outra possível fonte de poluição, como chiqueiros, estábulos, depósitos de lixos e atividades agrícolas que façam uso de produtos químicos<sup>4</sup>.

Para avaliar a qualidade da água captada, é indispensável a realização de análises para identificação e determinação do teor de possíveis componentes orgânicos e inorgânicos, físicos, químicos e bacteriológicos que podem estar presentes na água captada, como discutiremos mais adiante neste Caderno.

### • Presença e quantidade de água disponível

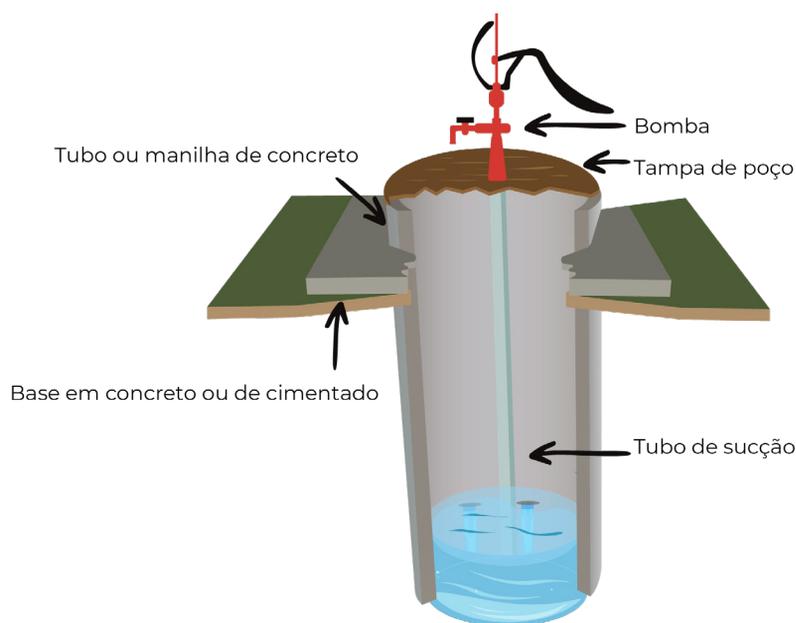
A construção de um poço só será viável se houver indícios de água subterrânea na área. Se houver água, o próximo passo a ser considerado é a quantidade e qualidade da água disponível e se esta é capaz de suprir as demandas da população a ser abastecida. Algumas observações que podem auxiliar na decisão de escavar um poço, ou não, na região são<sup>3,9</sup>:

- Possível presença de outros poços já escavados na região, sua profundidade, vazão e qualidade da água (principalmente no que diz respeito à salinidade);
- Verificar a possibilidade de realização de sondagem antes da perfuração do poço;
- Perceber a existência de palmeiras na região, como carnaúba e buriti. As palmeiras são indicadores da existência de água subterrânea;
- Analisar se há possíveis fontes de contaminação próximo ao local onde se deseja perfurar o poço, e mesmo mantendo a distância adequada mínima dessas fontes de contaminação, o poço deve ser construído, de preferência, no nível mais alto do terreno para uma maior segurança;
- Perfurar o poço distante de possíveis rios já poluídos;
- Evitar locais sujeitos a inundações e dar preferência àqueles de fácil acesso aos usuários;

Além dessas questões, o nível da água nos poços de captação deve ser monitorado frequentemente, as paredes do poço devem ser revestidas e sua área de entorno dos poços deve ser mantida limpa e protegida com cercas ou grades, para evitar a poluição do manancial.

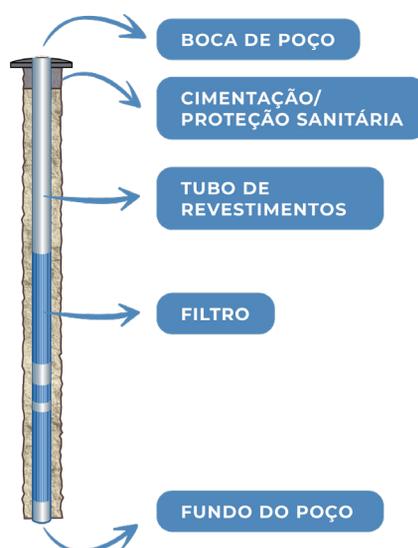
### 3.1.2 | Proteção sanitária de mananciais subterrâneos

- Manter uma distância adequada entre o poço e fossas sépticas ou outras soluções adotadas para coletar e tratar esgotos ou águas cinzas;
- Impermeabilizar a parede do poço até a altura mínima de 3 metros e construir, ao redor do poço, uma calçada de concreto com 1 metro de largura;
- De forma alternativa, construir uma caixa ou colocar uma manilha ao redor da boca do poço, com tampa removível para realização de manutenções;
- Para poços com diâmetros maiores como, por exemplo, o poço amazonas, instalar uma tampa de proteção no poço;
- Construir um perímetro imediato de proteção do poço de cerca de 10 metros e cercá-lo;
- Realizar o tamponamento de poços abandonados ou desativados;

**Figura 1** - Poço caipira.

**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

Além disso, é importante que os poços tubulares sejam construídos respeitando as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 12.212/2017<sup>10</sup> e NBR 12.244/2006<sup>11</sup>, de forma a evitar a poluição das águas subterrâneas.

**Figura 2** - Poço Tubular.

**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

## 3.2 | Mananciais Superficiais

As águas superficiais são aquelas que escoam e se acumulam na superfície terrestre, formando rios, lagos, riachos, pântanos e córregos, os chamados mananciais superficiais. De toda a água doce efetivamente disponível no planeta, cerca de 97% são águas subterrâneas e apenas 3% são águas superficiais. Apesar disso, por estarem expostas na superfície, são de mais fácil acesso e captação e por isso são as fontes de água mais utilizadas para o consumo humano<sup>5</sup>.

### 3.2.1 | Critérios a serem observados para captação

Por se tratar de um recurso mineral limitado, o manancial superficial a ser utilizado para captação de água para consumo humano deve atender a alguns critérios, de forma a manter um equilíbrio entre consumo e proteção do mesmo. Assim, o processo de captação de água tem como objetivo retirar a água do manancial abastecedor em quantidade suficiente para atender as demandas da população e com um grau de qualidade que dispense, ou reduza ao máximo, as etapas de tratamento necessárias para assegurar o consumo humano.

Os principais critérios a serem observados são:

#### • Quantidade de água

Um critério a ser observado diz respeito à quantidade de água disponível no manancial, que deve ser suficiente para atender as demandas de consumo humano da população a ser abastecida. A condição considerada ideal é aquela em que o manancial superficial possui vazão suficiente para atender as necessidades da população até mesmo em períodos de estiagem, em que a baixa ocorrência de chuvas por longos períodos, associada à alta taxa de evaporação, tende a diminuir o nível de água disponível no manancial. Em

situações em que a vazão disponível nos períodos de estiagem não é suficiente para atender as demandas da população a ser abastecida, a construção de barragens é indispensável para o armazenamento de água nos períodos de cheias, de forma a compensar os períodos de seca.

É importante ressaltar, ainda, que o manancial abastecedor deve ser capaz de atender tanto às necessidades de consumo atual da população a ser abastecida, quanto às necessidades futuras decorrentes do crescimento populacional, uma vez que todo sistema de abastecimento de água deve ser projetado para satisfazer as demandas da população por um determinado período de tempo.

## • Qualidade de água

O principal critério a ser observado para captação da água em mananciais superficiais é a qualidade da água. A Resolução nº 357/2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), classifica os corpos hídricos e estabelece seus usos de acordo com a qualidade da água<sup>2</sup>. Os corpos hídricos que podem ser utilizados para abastecimento humano devem apresentar água de melhor qualidade, com teor de contaminantes (orgânicos e/ou inorgânicos) e microrganismos causadores de doenças dentro do limite estabelecido pela Resolução.

Por estarem mais expostos, os mananciais superficiais podem ser mais facilmente poluídos, o que representa ameaça importante à qualidade da água e à saúde pública. Essa poluição pode ocorrer de diversas formas, sendo a mais comum a partir do despejo de esgotos domésticos ou industriais no manancial, sem nenhum tipo de tratamento prévio, ou após um tratamento inadequado, uma vez que os esgotos possuem diversos tipos de poluentes, tais como: bactérias, vírus, produtos químicos, metais pesados e elevada concentração de matéria orgânica.

Atividades agrícolas executadas próximas aos mananciais também representam uma ameaça à qualidade da água em função dos produtos químicos utilizados (herbicidas, fertilizantes, defensivos etc) que, na ocorrência de chuvas, ou até mesmo na prática de irrigação, podem ser levados ao manancial, resultando em poluição das águas com produtos químicos e excesso de nutrientes, com destaque para o nitrogênio e fósforo, principais causadores do processo de **eutrofização** de corpos hídricos.

## PARA SABER MAIS

### O que é o processo de eutrofização?

O processo de eutrofização ocorre nos corpos hídricos quando há um acúmulo excessivo de nutrientes na água, principalmente nitrogênio e fósforo. A eutrofização de corpos hídricos é um processo natural, mas que pode ser acelerado por atividades humanas, como agricultura intensiva (com o uso de produtos químicos em excesso) e o despejo de esgoto e outros efluentes não tratados no manancial. A eutrofização se inicia com o acúmulo de nutrientes na água, que provocam o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas no manancial, que usam os nutrientes disponíveis para se multiplicarem rapidamente, dando coloração verde à água.

**Imagem 1** - Indícios de eutrofização no Rio das Velhas, afluente do Rio São Francisco.



**Fonte:** (Parreiras & Hemerson, 2015)<sup>6</sup>.

O excesso de algas torna a água turva, impedindo a penetração da luz do sol e a realização de fotossíntese das plantas aquáticas submersas. Se a fotossíntese não é realizada, o nível de oxigênio dissolvido na água cai, provocando a morte de peixes e de outros organismos, impactando toda a fauna aquática e levando a um desequilíbrio no ecossistema. Além disso, algumas espécies de algas podem produzir toxinas prejudiciais à saúde humana. Assim, a prevenção e o controle do processo de eutrofização dos corpos hídricos são essenciais para proteger não só a qualidade da água, como também proteger todo o ecossistema aquático e a saúde humana.

Outro aspecto que influencia a qualidade da água captada é a profundidade da captação. Baixas profundidades deixam a infraestrutura vulnerável a ação dos ventos e correntezas, além de exposta a danos mecânicos de objetos flutuantes presentes no manancial. Além disso, as algas se concentram nas camadas mais superficiais dos corpos hídricos e, além de dificultarem o tratamento da água, podem ocasionar cheiro e sabor desagradáveis na água e liberar toxinas prejudiciais à saúde humana. Por outro lado, captações em zonas mais profundas encarecem a etapa de tratamento da água, já que a água tende a ser mais turva<sup>8</sup>. Assim, é importante que a profundidade de captação da água seja estipulada observando as características do manancial.

## • Aspecto econômico

Além de observar aspectos como quantidade e qualidade da água a ser captada, outro critério determinante para a escolha do manancial abastecedor é o aspecto econômico do sistema de captação, que deve requerer o menor custo possível para operação e manutenção. Esses custos estão diretamente ligados à qualidade da água captada no manancial, à vida útil das instalações (influenciada por variáveis como força da correnteza, ventos, impactos de objetos flutuantes, entre outros) e à facilidade de acesso e instalação das infraestruturas necessárias.

## • Localização

Em função das possibilidades de contaminação do manancial já apresentadas anteriormente, outro critério a ser observado é a localização do ponto de captação. Este deve estar posicionado no manancial, em um ponto à montante (antes) da comunidade a ser atendida e de possíveis pontos de descargas de esgotos domésticos e/ou industriais.

Em casos de rios, é preferível que o ponto de captação seja em trechos retos, pela maior dificuldade de ocorrência de assoreamentos (depósitos de lixo no fundo do rio)<sup>8</sup>. Além disso, para determinação da melhor localização para captação de água devem ser consideradas variáveis como: maior camada de água disponível, menor correnteza, menor turbidez da água e menor distância possível para a comunidade a ser atendida.

## 3.2.2 | Proteção sanitária dos mananciais superficiais

Para proteger os mananciais superficiais, é importante traçar e executar medidas de prevenção adequadas para todos os usos e ocupações do solo do entorno dos mananciais. Isso inclui práticas de conscientização da importância do tratamento de esgotos domésticos e industriais, implantação de sistemas de coleta e tratamento desses esgotos (para evitar o seu lançamento sem tratamento nos corpos hídricos), manutenção da vegetação nativa nas margens dos mananciais (para evitar erosão e assoreamento), incentivo de práticas agrícolas sustentáveis e a realização de fiscalização ambiental rigorosa.

## 3.3 | Águas pluviais como fonte alternativa de abastecimento de água

As águas pluviais (águas da chuva) representam uma importante fonte alternativa de água que pode ser aproveitada tanto em regiões com grande ocorrência de chuvas, quanto em regiões secas, tendo como objetivo armazenar em reservatórios o máximo possível de água no período chuvoso para utilização no período de seca. Essas águas podem ser armazenadas de diferentes formas e utilizadas para diversos fins. As principais tecnologias utilizadas para armazenamento de águas pluviais são: cisterna-calçadão; barreiro trincheira; e cisternas domiciliares.

Destas, apenas as cisternas domiciliares podem ser utilizadas como Soluções Alternativas Individuais (SAI) de abastecimento de água para **consumo humano**. Estas, são reservatórios individuais construídos próximos à residência, acima ou abaixo do nível do terreno, e podem ser de diferentes materiais, como placas de cimento, ferrocimento, tela-cimento, polietileno ou alvenaria. A captação da água da chuva ocorre a partir de calhas instaladas no telhado da casa, sendo conduzidas por canos de PVC para o interior das cisternas, onde ficam armazenadas até o seu uso. As Imagens 3 e 4 apresentam exemplos de cisternas instaladas em propriedades rurais para aproveitamento de água da chuva.

**Imagem 2** - Cisterna de placas de cimento usada para armazenamento e aproveitamento de água da chuva em propriedade rural localizada no Município de Jaçanã/RN.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

**Imagem 3** - Cisterna de polietileno usada para armazenamento e aproveitamento de água da chuva em propriedade rural localizada no Município de Potengi/CE.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

A água armazenada nas cisternas pode ser utilizada para consumo humano, desde que atenda aos requisitos e padrões de qualidade da água estabelecidos na Portaria nº 888/2021, do Ministério da Saúde<sup>1</sup>.

Apesar de armazenar água da chuva, é comum, no Semiárido brasileiro, a prática de abastecimento das cisternas com carro-pipa como forma de reduzir os impactos da escassez hídrica dessas regiões.

A qualidade da água das chuvas pode ser influenciada pelos poluentes presentes na atmosfera e pela sujeira presente nos telhados, calhas ou outras superfícies de escoamento, tais como poeira, fezes de animais, folhas e galhos. Por esse motivo, as primeiras águas da chuva devem ser descartadas, em quantidade suficiente que permita a limpeza dessas áreas de captação. Além disso, outros cuidados devem ser adotados para a correta operação das cisternas, são eles<sup>7</sup>:

- Se possível, manter a cisterna sempre pintada de branco. A pintura ajuda a evitar rachaduras na estrutura da cisterna e a cor branca reflete a luz do sol, evitando o aquecimento excessivo da água armazenada.
- Manter as entradas da cisterna fechadas e, se possível, instalar telas nas entradas, para evitar proliferação de vetores (organismos que podem transmitir doenças), como o mosquito da dengue, bem como a entrada de poeira, mosquitos e outras impurezas que possam vir a poluir a água armazenada.
- Limpar, de preferência antes do início do período chuvoso, a cisterna, calhas e canos.
- Priorizar a instalação e uso de bombas para retirada da água das cisternas.
- Transportar a água da cisterna sempre em recipientes limpos e de uso exclusivo. Após o uso, estes devem ser guardados em local limpo, longe de criações de animais ou banheiros.
- Verificar periodicamente a estrutura da cisterna para identificação e reparação de possíveis rachaduras e vazamentos.

Além dos cuidados mencionados acima, a adoção de métodos simples como filtração (em filtro de barro ou pano limpo) e cloração ou, até mesmo, a fervura da água, são práticas essenciais para a utilização da água da cisterna para consumo humano.

## Referências

<sup>1</sup>BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2021. Disponível em: [01150312-portaria-gm-ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021.pdf](https://cevs.rs.gov.br/01150312-portaria-gm-ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021.pdf) (cevs.rs.gov.br). Acesso em: 31 out. 2023.

<sup>2</sup>BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: 2005. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcd\\_a\\_ltrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_ltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf). Acesso em: 30 out. 2023.

<sup>3</sup>BRASIL. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 4 ed. Brasília: Funasa, 2015. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/541>. Acesso em: 30 out. 2023.

<sup>4</sup>BRASIL. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. Brasília, Departamento de Saneamento, 2006. Disponível em: <https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/ambiente/Manual%20de%20Saneamento.pdf>. Acesso em: 30 out. 2023.

<sup>5</sup>LAMON, G. P. S. Água superficial e subterrânea. **Revista TAE**, especialista em tratamento de água & efluentes. Edição nº 48, 2019. Disponível em: <https://www.revistatae.com.br/Artigo/166/agua-superficial-e-subterranea>. Acesso em: 30 out. 2023.

<sup>6</sup>PARREIRAS, M.; HEMERSON, L. **Concentração de bactérias no Rio São Francisco dispara alerta para poluição.** Estado de Minas, 2015. Disponível em: [https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/05/22/interna\\_gerais,650168/a-mancha-que-assombra-o-rio-sao-francisco.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/05/22/interna_gerais,650168/a-mancha-que-assombra-o-rio-sao-francisco.shtml). Acesso em: 30 out. 2023.

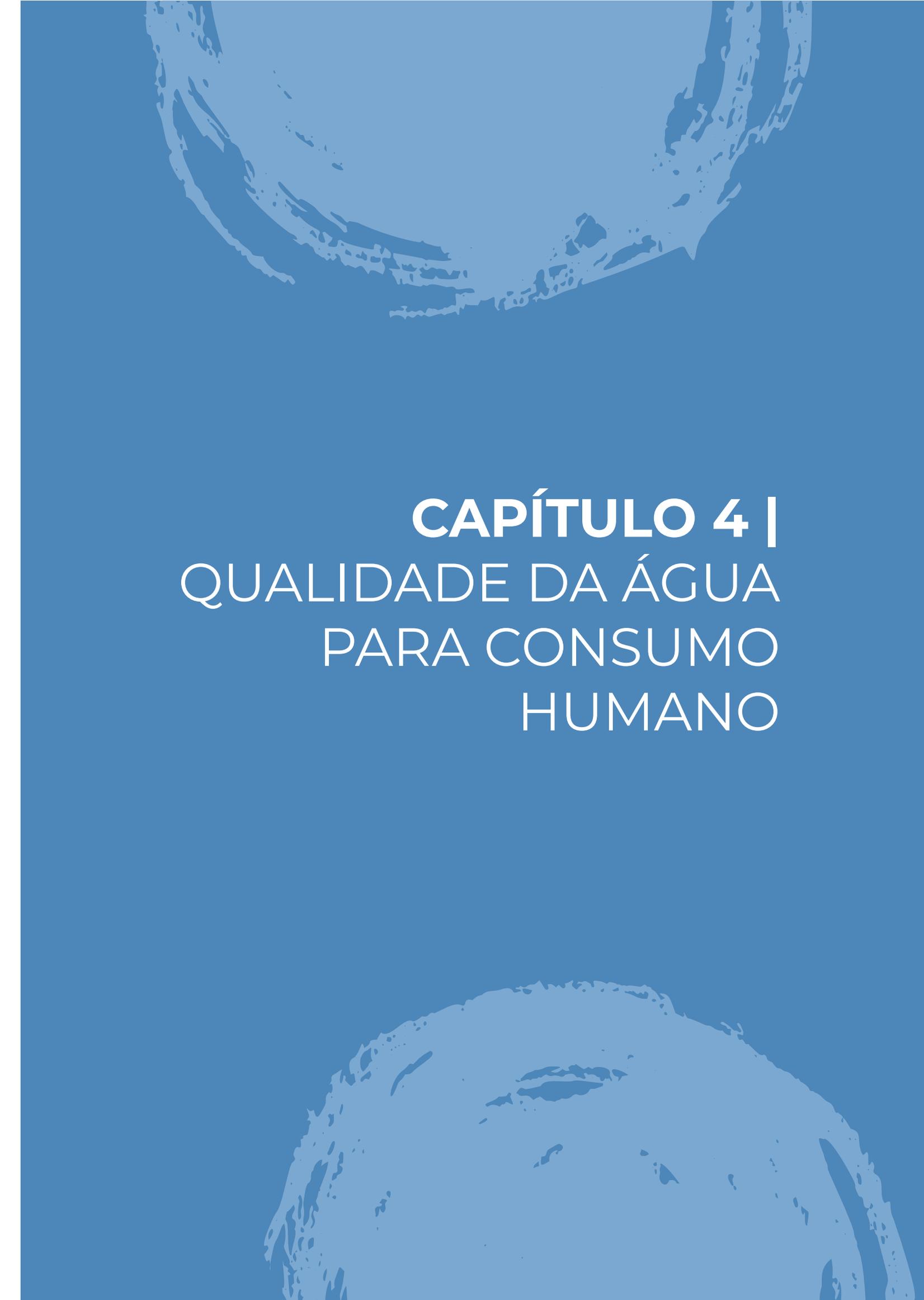
<sup>7</sup>DOS SANTOS, P. J. A.; CAVALCANTE, L. P. S.; ALMEIDA, R. S. R.; DANTAS NETO, J. **Manejo, aspectos sanitários e uso da água de cisternas em uma comunidade rural do Cariri Ocidental Paraibano.** V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Belo Horizonte/MG, 2014. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VIII-046.pdf>. Acesso em: 30 out. 2023.

<sup>8</sup>GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Saneamento básico.** Instituto de Tecnologia - UFRJ, 2007. Disponível em: <https://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Capit%204%20parte%202.pdf>. Acesso em: 22 set. 2023.

<sup>9</sup>GOMES, Uende Aparecida Figueiredo; PENA, João Luiz; QUEIROZ, Josiane Teresinha Matos de (org.). **Dicionário de Saneamento Básico:** Pilares para uma gestão participativa nos Municípios. Belo Horizonte, MG: Projeto SanBas, 2022. Disponível em: <https://sanbas.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2022/07/Dicionario-de-Saneamento-Basico.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2023.

<sup>10</sup>ABNT. **NBR 12.212/2017.** Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea – Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 2017.

<sup>11</sup>ABNT. **NBR 12.244/2006.** Poço tubular – Construção de poço tubular para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, ABNT, 2006.



**CAPÍTULO 4 |**  
QUALIDADE DA ÁGUA  
PARA CONSUMO  
HUMANO

## 4.1 | Parâmetros físico-químicos e microbiológicos

A qualidade da água pode ser medida e avaliada com base nos chamados parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Estes estão dispostos nos Quadros 1, 2 e 3, respectivamente.

**Quadro 1** - Parâmetros físicos de qualidade de água e suas características.

PARÂMETROS	DESCRIÇÃO
Temperatura	A temperatura da água exerce grande influência na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. A temperatura dos mananciais superficiais é influenciada pela radiação solar incidente sobre a água, despejo de esgotos e outros efluentes, mas, em geral, a temperatura se situa na faixa de 20°C a 30°C <sup>1</sup> . Já as águas subterrâneas podem apresentar temperaturas mais elevadas decorrentes das condições geológicas da região e da profundidade dos poços.

### Sólidos totais

Os sólidos totais englobam as partículas que podem estar presentes na água, de forma suspensa ou dissolvida. Os sólidos suspensos são partículas maiores, responsáveis por causar turbidez na água e são passíveis de serem removidos por filtração. Já os sólidos dissolvidos, a depender de sua natureza, podem dar cor à água e não podem ser removidos por filtração simples, necessitando de tratamento específico para sua remoção. A Portaria nº 888/2021 [6], em seu Anexo 11, estabelece que o teor de sólidos dissolvidos totais na água potável deve ser de no **máximo 500 mg/L**.

### Turbidez

A turbidez da água é provocada pela presença de partículas em suspensão, podendo ser definida como a dificuldade da passagem de um feixe luminoso na água<sup>1</sup>. A turbidez pode ser decorrente de ações naturais, como as chuvas que causam a mistura das partículas antes depositadas no fundo dos mananciais e a erosão do solo, ou pode ser decorrente de ações humanas, como o despejo de lixos e esgotos nos mananciais. Águas turvas são aquelas que apresentam uma alta concentração de partículas suspensas. Por sua vez, águas com límpidas apresentam baixa concentração de partículas em suspensão<sup>2</sup>. Por ser causada por partículas suspensas, a turbidez pode ser removida por sedimentação e/ou filtração. O equipamento utilizado para medir a turbidez da água é o turbidímetro e a unidade de medida é UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez).

Para fins de potabilidade, a Portaria nº 888/2021<sup>6</sup>, estabelece em seu Anexo 11 que o valor máximo permitido para a turbidez é de **5,0 UNT**. Porém, apesar de ser um parâmetro físico, a turbidez guarda uma relação direta com parâmetros microbiológicos, uma vez que os microrganismos podem se aderir as partículas que causam

turbidez na água e não serem removidos durante o tratamento desta. Em função disso, a Portaria usa a turbidez como mais um parâmetro que pode atestar a segurança microbiológica da água, em que baixos valores de turbidez podem ser associados à baixa presença de microrganismos causadores de doenças. Por esses motivos, o Anexo 2 da Portaria estabelece limites bem baixos para as águas após tratamento, da ordem de **0,1 UNT a 1,0 UNT**, a depender do manancial abastecedor e tipo de tratamento utilizado.

Cor

A cor das águas pode ser dividida em duas: cor real e cor aparente. A cor real é causada por compostos dissolvidos na água e não pode ser removida por processos simples de filtração ou centrifugação. Já a cor aparente é causada por partículas em suspensão e pode ser removida por filtração ou centrifugação. Apesar de se tratar de um parâmetro físico sem importância sanitária, a presença de cor aparente na água causa sua rejeição por parte dos consumidores. A cor da água é medida a partir da sua comparação com um padrão de Platina (Pt)-Cobalto (Co), sendo, portanto, a unidade de medida mg/L de Pt-Co ou uH (unidade Hazen) ou, ainda, uC (unidade de Cor). Esta pode ser medida a partir de colorímetros à disco, colorímetros digitais ou espectrofotômetros. Para fins de potabilidade, a Portaria nº 888/2021<sup>6</sup>, estabelece em seu Anexo 11 que a água potável deve apresentar cor aparente de no máximo **15 uH**, além de determinar a frequência e pontos de monitoramento desse parâmetro nas águas.

### Sabor e odor

O sabor e odor são propriedades organolépticas da água, ou seja, são propriedades que podem ser facilmente percebidas pelo ser humano por meio dos seus sentidos (olfato, visão, paladar e tato). Algumas substâncias presentes na água são responsáveis por causar alterações de sabor e odor como, por exemplo, matéria orgânica, gases dissolvidos, cloro em excesso usado no processo de desinfecção e alguns microrganismos. O sabor e odor da água podem ser removidos por sistemas de aeração, ou seja, com injeção de ar no meio líquido ou a partir da aplicação de carvão ativado. Para a aceitação da água pelo consumidor, esta não deve ter sabor e/ou odor objetáveis. É importante ressaltar que algumas substâncias perigosas, como metais pesados, podem estar presentes na água e não conferir nenhum sabor ou odor.

### Condutividade elétrica

A condutividade elétrica da água indica sua capacidade de transmitir corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas. Assim, a partir da medição da condutividade elétrica da água, mede-se indiretamente a concentração de sólidos dissolvidos presentes na água e, conseqüentemente, a sua salinidade<sup>1</sup>. Quanto maior é a condutividade medida na água, maior é a presença de sais. Para medir a condutividade elétrica utiliza-se o condutivímetro e a unidade de medida é S/cm (Siemens por centímetro). A Portaria nº 888/2021<sup>6</sup>, não estabelece um valor máximo permitido para esse parâmetro, mas orienta que a condutividade elétrica da água bruta captada em mananciais subterrâneos seja monitorada.

**Quadro 2** - Parâmetros químicos de qualidade de água e suas características

PARÂMETROS	DESCRIÇÃO
pH	<p>O pH é utilizado para indicar o grau de acidez ou basicidade de uma amostra. A escala de pH varia de 0 a 14, em que amostras ácidas possuem pH entre 0 e valores menores que 7 e amostras básicas possuem pH com valores variando entre maiores de 7 até 14. Amostras com pH igual a 7 são consideradas neutras. O pH da água pode ser medido mediante a utilização de fitas de pH ou pHmetro digital de bancada, ou portátil, e deve ser frequentemente monitorado, pois influencia diretamente as reações químicas que irão ocorrer na água, principalmente nas etapas de coagulação/floculação e desinfecção por cloração da água. Como será apresentado mais adiante, existe uma faixa de pH ideal para a atuação dos coagulantes e do cloro na água<sup>2</sup>. Águas muito ácidas prejudicam a coagulação e águas muito básicas prejudicam a atuação do cloro na etapa de desinfecção. Além disso, o pH também influencia a vida útil dos componentes do sistema de abastecimento. Águas muito ácidas são altamente corrosivas, prejudicando os diversos elementos que compõem o sistema de abastecimento e podem, inclusive, dar sabor à água. Já águas muito básicas favorecem a ocorrência de incrustações nas tubulações de abastecimento, causando entupimentos ou até mesmo rompimentos<sup>3</sup>. Nesse sentido, a Portaria nº 888/2021<sup>6</sup> estabelece que a água de abastecimento deve ter pH situado na faixa de <b>6 a 9</b>.</p>

### Alcalinidade

A alcalinidade da água pode ser definida como a capacidade desta em receber substâncias ácidas e neutralizá-las sem que o pH da seja alterado. As substâncias que contribuem para a alcalinidade da água são os íons bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e os hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ). A alcalinidade da água é determinada através de titulação e expressa em mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . É importante ressaltar que a alcalinidade não possui relação com o pH da água. Assim, uma água pode apresentar um pH elevado e mesmo assim apresentar baixa alcalinidade e vice-versa. Embora a Portaria nº 888/2021<sup>6</sup>, não apresente nenhum limite para esse parâmetro, no tratamento de água a alcalinidade deve ser monitorada principalmente antes da etapa de coagulação/floculação, já que alguns coagulantes provocam a redução do pH.

### Ferro e Manganês

O ferro e o manganês são metais considerados parâmetros organolépticos, pois são capazes de colorir e dar sabor desagradável à água e por esse motivo são indesejados. Esses elementos são comuns em solos e abundantes na natureza, sendo encontrados normalmente em suas formas insolúveis  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Mn}^{4+}$ . Em contato com o oxigênio dissolvido na água ficam em suas formas solúveis ( $\text{Fe}^{2+}$ ) e ( $\text{Mn}^{2+}$ ) e não dão cor à água, mas em contato com o ar atmosférico se oxidam novamente e voltam a ser insolúveis, podendo colorir e aumentar a turbidez da água [1]. Quando solúveis, não podem ser retirados por processos simples de filtração, sendo necessárias etapas específicas de pré-oxidação ou aeração para sua remoção. Teores elevados dessas substâncias são encontrados com maior frequência em águas subterrâneas. Por serem considerados parâmetros organolépticos, o ferro e o manganês estão presentes no Anexo 11 da Portaria nº 888/2021<sup>6</sup>, e seus valores máximos permitidos são de **0,3 e 0,1 mg/L**, respectivamente. Em situações onde o ferro e manganês estejam complexados com produtos químicos comprovadamente de baixo risco à saúde humana, os valores máximos permitidos serão de 2,4 e 0,4 mg/L.

Nitrogênio	<p>A concentração de nitrogênio na água em muitos casos está associada ao lançamento de esgotos, fertilizantes, dejetos de animais e outros efluentes em corpos hídricos. Na água, o nitrogênio se apresenta em diversas formas químicas como, por exemplo, na forma de íon nitrito (<math>\text{NO}_2^-</math>) e íon nitrato (<math>\text{NO}_3^-</math>) e apresentam risco à saúde humana. O nitrato, em concentrações elevadas, está associado à doença da metahemoglobinemia (doença do bebê azul), que dificulta o transporte de oxigênio na corrente sanguínea de bebês<sup>1</sup>. Por se tratarem de substâncias químicas que causam risco à saúde humana, os limites de nitrito e nitrato na água estão presentes no Anexo 9 da Portaria nº 888/2021<sup>6</sup>, e são de <b>1 e 10 mg/L</b>, respectivamente.</p>
Dureza	<p>A dureza da água está associada à presença de cátions nesta, principalmente cálcio (<math>\text{Ca}^{2+}</math>) e magnésio (<math>\text{Mg}^{2+}</math>). Quanto maior for a concentração desses íons, maior é a dureza da água. Águas de elevada dureza possuem sabor e formam menos espuma, levando a um maior consumo de sabões e xampus, além de favorecer a ocorrência de incrustações nas tubulações, levando ao seu entupimento e/ou rompimento<sup>3</sup>. A Portaria nº 888/2021<sup>6</sup>, classifica a dureza como um parâmetro organoléptico de potabilidade, já que tem potencial de causar sabor à água, e em seu Anexo 11 expressa que águas de abastecimento devem apresentar dureza total de no <b>máximo 300 mg/L de <math>\text{CaCO}_3</math></b>.</p>

**Quadro 3** - Parâmetros microbiológicos de qualidade de água e suas características.

PARÂMETROS	DESCRIÇÃO
Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	<p>A água bruta contém uma variedade de microrganismos causadores de doenças e que, por esse motivo, devem ser retirados ou inativados durante o processo de tratamento. Assim, para ser segura para o consumo humano, deve-se realizar o monitoramento desses microrganismos indesejáveis na água tratada. Para facilitar esse monitoramento, utiliza-se as bactérias do grupo coliformes totais como indicadores da possível presença de microrganismos causadores de doenças na água. Fazem parte desse grupo as espécies <i>Escherichia coli</i> (E.coli), <i>Enterobacter</i>, <i>Citrobacter</i> e <i>Klebsiella</i>, que estão presentes em abundância na natureza, com exceção da E.coli que habita especificamente o intestino de homens e animais e, por esse motivo, sua presença na água indica que esta teve contato com fezes e, conseqüentemente, com possíveis microrganismos causadores de doenças, apontando falhas no tratamento ou na distribuição dessa água<sup>4</sup>. Nesse sentido, a Portaria nº 888/2021<sup>6</sup>, aponta que no sistema de distribuição e nos pontos de consumo de água não deve haver E. coli. Já para coliformes totais, o ideal é que estes também não estejam presentes na água, no entanto, há uma tolerância à sua presença. Para sistemas que abastecem <b>menos de 20.000 habitantes</b>, apenas <b>1 amostra mensal</b> pode apresentar coliformes totais, já para sistemas que abastecem <b>mais de 20.000 habitantes</b>, <b>5% das amostras mensais</b> de água podem acusar presença de coliformes totais.</p>

## 4.2 | Características da água bruta

### 4.2.1 | Captação superficial

As características físicas, químicas e biológicas de águas brutas superficiais são influenciadas por ações naturais e humanas. A ocorrência de chuvas, por exemplo, pode alterar a qualidade da água bruta superficial, elevando parâmetros como pH, cor e turbidez da água. O aumento do pH pode ocorrer em função da maior diluição dos ácidos. Já a cor e a turbidez podem aumentar em decorrência da movimentação dos sedimentos antes depositados no fundo do manancial, além do arraste de material para o manancial.

Além de ações naturais, ações humanas também podem influenciar as características e qualidade da água bruta de mananciais superficiais. Assim, é importante mapear os usos e manejos do solo que ocorrem próximos ao manancial. Como debatido anteriormente, o lançamento de esgotos domiciliares/industriais, resíduos sólidos ou resíduos de atividades agropecuárias em corpos hídricos, são ações que poluem as águas superficiais, pois contribuem diretamente para o aumento de matéria orgânica, nutrientes, partículas suspensas e outros resíduos prejudiciais à saúde humana nos mananciais, além também de acelerar o processo de eutrofização nos corpos hídricos.

É importante, ainda, ter em mente que a qualidade da água bruta influencia diretamente a qualidade da água tratada para consumo humano, bem como o custo envolvido para realização do tratamento e, por esse motivo, deve ser monitorada frequentemente.

### 4.2.2 | Captação subterrânea

As captações subterrâneas apresentam como vantagem a melhor qualidade da água captada, devido ao processo de filtração natural que esta sofre até chegar ao subsolo, o que reduz bastante o custo e necessidade de tratamento posterior.

Dependendo das características do solo, podem apresentar naturalmente teores elevados de ferro (conhecido como capa rosa) e manganês, a presença destes compostos pode ser percebida com a alteração da coloração da água, ficando amarelada e até preta, a depender da concentração presente. A reação de alteração da cor pode ocorrer também após algumas horas, devido ao contato com o oxigênio.

A desvantagem desse tipo de fonte de água é a possível presença de elevados teores de sais na água, tornando-a salina, que pode ser decorrente de uma combinação entre a origem cristalina dos solos e o clima seco, o que acontece em parte do território semiárido brasileiro.

## 4.3 | Etapas convencionais de tratamento de água

Para torná-la potável, a água bruta captada em mananciais superficiais ou subterrâneos deve passar por etapas de tratamento que dependerão da sua qualidade inicial. Em geral, as águas subterrâneas possuem maior qualidade e necessitam, muitas vezes, apenas passar pelo processo de desinfecção para remoção/inativação de microrganismos causadores de doenças. Já as águas superficiais, por estarem em contato direto com seres humanos e animais, possuem normalmente qualidade inferior, necessitando, frequentemente, passar por várias etapas de tratamento. A **Figura 1** apresenta as etapas comumente necessárias para o tratamento de águas superficiais e subterrâneas.

Ao longo das etapas de tratamento, a água receberá produtos químicos e passará por processos físicos e químicos para adequação de seu pH e alcalinidade, além da remoção de turbidez, cor, gosto e odor e para inativação de microrganismos causadores de doenças<sup>4</sup>.

**Figura 1** - Etapas de tratamento comumente necessárias para águas superficiais e subterrâneas.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

## 4.3.1 | Coagulação/Floculação

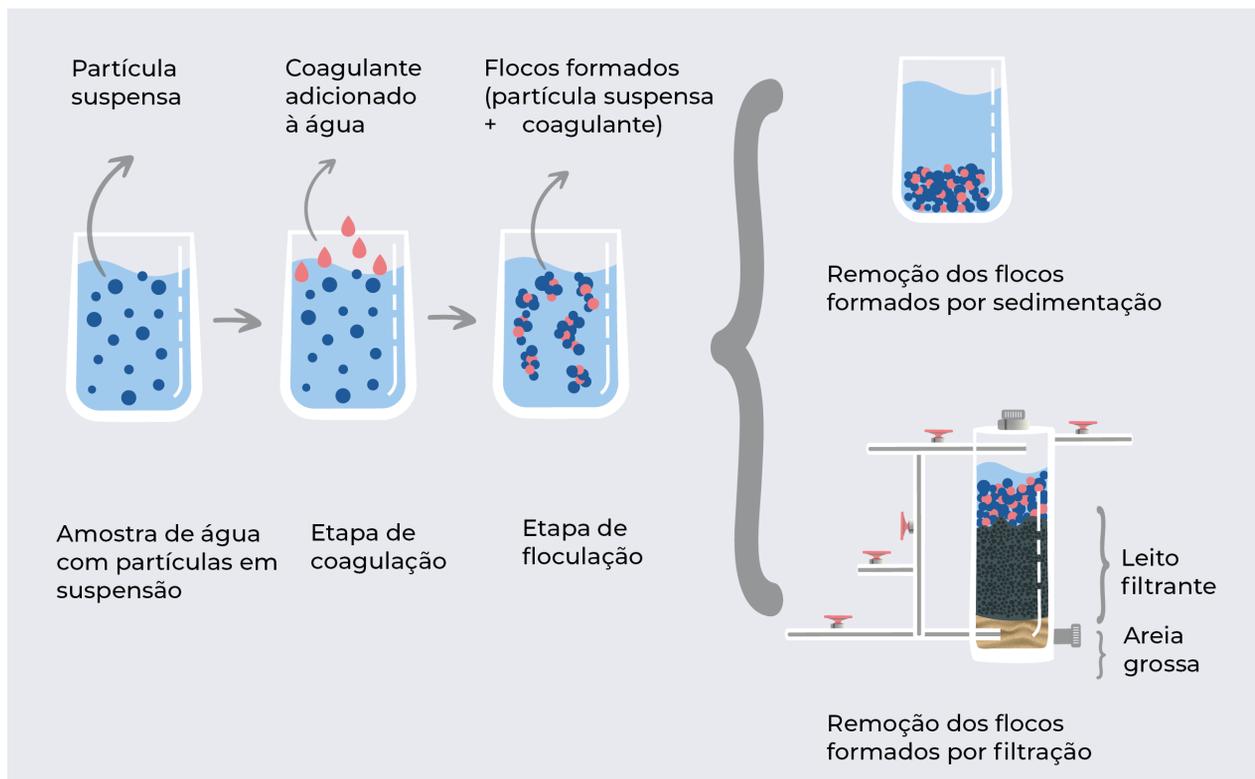
Os processos de coagulação e floculação compreendem a primeira etapa de tratamento e tem como finalidade remover partículas suspensas na água, em outras palavras, remover turbidez e cor aparente da água.

Como apresentado anteriormente, as partículas em suspensão são divididas em partículas sedimentáveis e não sedimentáveis. As partículas suspensas sedimentáveis são aquelas que possuem tamanho e peso suficientes para decantar no meio líquido e, por esse motivo, podem ser removidas da água com facilidade. Já as partículas suspensas não sedimentáveis não são removidas com a mesma facilidade, necessitando de uma intervenção para que isso ocorra: o uso de um agente coagulante.

As partículas suspensas não sedimentáveis possuem carga elétrica superficial em geral negativa, o que impede que elas se aproximem, se aglomerem e tenham seu peso e tamanho acrescidos para sedimentar. Nesse sentido, se faz necessário o uso de coagulantes, que são produtos químicos que, em meio líquido, liberam elementos com carga elétrica superficial positiva que, por isso atraem as partículas em suspensão, tornando possível a aglutinação destas, ou seja, a formação de flocos (maiores e mais pesados) que serão facilmente removidos nas próximas etapas de tratamento (sedimentação e filtração)<sup>4</sup>, como mostra a **Figura 2**.

Aspectos importantes a serem levados em consideração nesta etapa de tratamento são o tipo de coagulante a ser utilizado e a dosagem. Existem diversos tipos de coagulantes no mercado, comercializados tanto no estado sólido, quanto no estado líquido. Os mais comuns são o sulfato de alumínio e o Policloreto de Alumínio (PAC), em menor grau também são utilizados o sulfato Férrico, sulfato ferroso, cloreto férrico e polímeros<sup>4</sup>. A escolha de qual tipo de coagulante a ser utilizado dependerá das características da água bruta, da disponibilidade e facilidade de aquisição do produto na região, da facilidade de preparação e utilização, do seu custo, do grau de interferência nas características da água, entre outras questões. Já a dosagem dependerá da qualidade da água a ser tratada, uma vez que águas mais turvas necessitarão de maior aplicação de coagulante, em contrapartida, águas menos turvas necessitarão de menor dosagem. Assim, para determinação da melhor dosagem de coagulante deve-se proceder com a análise da qualidade da água e posterior aplicação do **teste de jarros**, também conhecido como jar-test.

**Figura 2** - Simulação do processo de coagulação, floculação, sedimentação e filtração da água para consumo humano.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

## PARA SABER MAIS

### O que é o teste de jarros e como ele é feito??

O teste de jarros é um procedimento realizado normalmente em laboratório com o auxílio de um equipamento chamado jar-test. No entanto, em áreas rurais, o teste de jarros também pode ser realizado utilizando para isso um conjunto de garrafas pet (que irão simular os jarros do jar-test).

**Imagem 1** - Jar-test.**Imagem 2** - Teste de jarros com garrafas pet.

**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

**Fonte:** (Ministério da Saúde, 2017)<sup>5</sup>.

O objetivo do teste de jarros é identificar a melhor dosagem de coagulante a ser aplicado na água, isto é, a dosagem que oferece o melhor custo/benefício da etapa de tratamento de coagulação/floculação. Para isso, é adicionada uma amostra de água bruta (normalmente 1 litro) em cada um dos jarros do jar-test e, em seguida, adiciona-se diferentes dosagens de coagulante em cada um dos jarros. As dosagens corretas podem ser determinadas com base na turbidez da água bruta, conforme mostra o **Quadro 4**.

**Quadro 4** - Dosagem de sulfato de alumínio a ser testada, de acordo com a turbidez da água bruta.

Turbidez (NTU)	Sulfato de Alumínio (mg/L)		
	Mínima	Média	Máxima
10	05	10	17
15	08	14	20
20	11	17	22
40	13	14	25
60	14	21	28
80	15	22	30
100	16	24	32
150	18	27	37
200	19	30	42
300	21	36	51
400	22	39	62
500	23	42	70

**Fonte:** (Ministério da Saúde, 2017)<sup>5</sup>.

Após a adição das diferentes dosagens de coagulante nas garrafas pet, o líquido deve ser misturado rapidamente durante 1 minuto (para simular o processo de coagulação). Após isso, procede-se com uma mistura mais lenta por mais 5 ou 10 minutos (para simular o processo de floculação). Posteriormente, as garrafas pet com as amostras devem permanecer em repouso por um período de 20 minutos (para simular o processo de decantação)<sup>5</sup>. A dosagem considerada ideal é aquela em que se usa a menor quantidade possível de coagulante para remoção de cor e turbidez da água aos níveis adequados estabelecidos na Portaria nº 888/2021. Para aplicação do coagulante no sistema de tratamento instalado, a dosagem encontrada no teste de jarros é multiplicada pela capacidade do reservatório onde ocorrerá o processo de coagulação/floculação. É importante ressaltar que a água tratada deve ser avaliada quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, e estes devem estar em conformidade com os limites estabelecidos pela Portaria nº 888/2021, do Ministério da Saúde<sup>6</sup>.

### 4.3.2 | Decantação

O processo de decantação já mostrado anteriormente consiste em deixar a água em repouso após o processo de coagulação/floculação para que os flocos formados possam decantar por gravidade e, posteriormente, serem retirados com maior facilidade através de um dreno instalado no tanque/caixa, separando a água limpa das partículas de sujeira, como apresentado na Imagem 3.

**Imagem 3** - Solução Alternativa Coletiva para tratamento de água em área rural instalada na Comunidade Açude Saco do Município de Lagoa Grande/PE, composta por caixa d'água com dreno na parte inferior para retirada das partículas decantadas após a etapa de coagulação/floculação.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023)

### 4.3.3 | Filtração

Após o processo de decantação, a água passará pelo processo de filtração. A filtração é um processo de separação sólido/líquido que envolve fenômenos físicos, químicos e, algumas vezes, até biológicos, que consiste na passagem da água por um meio filtrante para remoção de partículas em suspensão que ficam retidas na superfície<sup>5</sup>. Para mananciais superficiais, a filtração é uma etapa obrigatória, conforme estabelece a Portaria nº 888/2021, e por se tratar da última etapa de remoção de partículas em suspensão, após a etapa de

filtração a água deverá atingir seus menores índices de cor e turbidez.

Os elementos filtrantes mais utilizados são a areia, a zeólita e/ou carvão ativado. A zeólita é um mineral microporoso altamente adsorvente, ou seja, atrai substâncias presentes na água que ficam aderidas a sua superfície e podem posteriormente serem removidas com maior facilidade<sup>5</sup>. A Imagem 4 apresenta um filtro de zeólita instalado em uma comunidade rural.

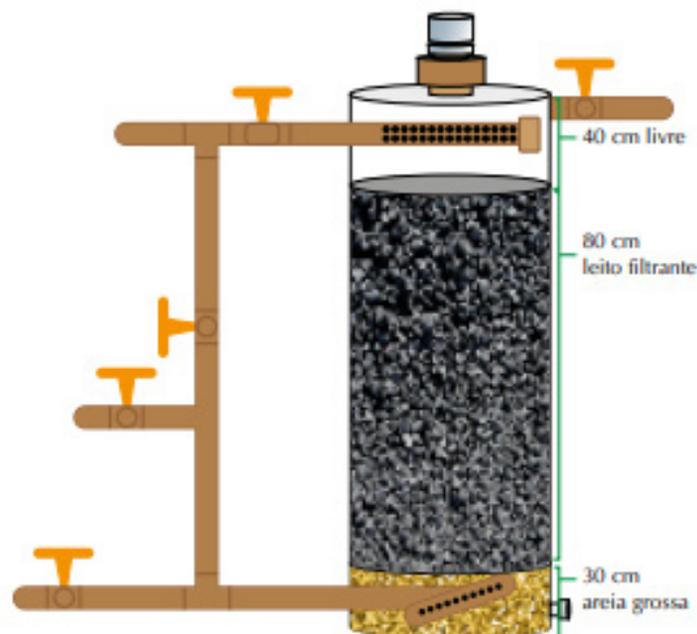
**Imagem 4** - Filtro de zeólita instalado em Solução Alternativa Coletiva de tratamento de água da comunidade de Panelas, situada no Município de Lagoa Grande/PE.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

A **Figura 3** apresenta a parte interna do filtro apresentado anteriormente, incluindo a espessura da camada do elemento filtrante (zeólita) utilizado.

**Figura 3** - Visão interna do filtro instalado em Solução Alternativa Coletiva de tratamento de água da comunidade de Panelas, situada no Município de Lagoa Grande/PE, cujo elemento filtrante é a zeólita.



**Fonte:** (Ministério da Saúde, 2017)<sup>5</sup>.

### 4.3.4 | Desinfecção

A desinfecção é a última etapa do tratamento convencional da água. Mas, é importante ressaltar que para águas de maior qualidade, a desinfecção pode ser a única etapa de tratamento necessária. É nessa etapa que os microrganismos causadores de doenças são removidos/inativados da água, assegurando sua qualidade para consumo humano.

A remoção de microrganismos da água pode ser realizada por meio da aplicação de mecanismos físicos ou químicos. O mecanismo físico mais comum é a aplicação de calor, no entanto, apesar de eficiente, esse mecanismo realiza a desinfecção momentânea, não protegendo a água de possíveis contaminações que possam ocorrer após o seu tratamento, na etapa de distribuição por exemplo. Por essa razão, apesar de ser permitido o uso de mecanismos físicos, estes devem ser aplicados em conjunto com algum mecanismo químico, como por exemplo o cloro, uma vez que este além de realizar a desinfecção momentânea é capaz de deixar um residual na água, protegendo esta de

possíveis novas contaminações<sup>4</sup>.

Dentre os elementos químicos possíveis para desinfecção da água, o cloro se destaca pela sua capacidade de destruir microrganismos causadores de doenças, sua fácil aplicação, seu baixo custo e sua capacidade de deixar um residual de proteção na água<sup>4</sup>. Os principais produtos da família do cloro disponíveis no mercado para realizar a desinfecção da água são: cloro gasoso, cal clorada, hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio. A Portaria nº 888/2021<sup>6</sup> estabelece que após o processo de cloração, a água deve apresentar uma concentração de cloro residual livre de no **mínimo 0,2 mg/L ou 2 mg/L** de cloro residual combinado, ou ainda, **0,2 mg/L** de dióxido de cloro em toda a extensão da rede de distribuição da água, bem como nos pontos de consumo.

Nesse sentido, a dosagem de cloro a ser adicionada à água deve ser suficiente para realizar a desinfecção, oxidar substâncias e deixar um residual que atenda a legislação, evitando o seu uso em excesso.

Agora que apresentamos as etapas convencionais de tratamento de água, é importante ressaltar que, como dito anteriormente, a decisão de quais etapas de tratamento a serem aplicadas para a água captada dependerá de sua qualidade. Esta, por sua vez, será determinada por meio de análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos já apresentados neste Caderno e, com base nos resultados, será definido o melhor tipo de tratamento a ser aplicado, de forma que a água atenda aos padrões de potabilidade exigidos pelo Ministério da Saúde, apresentados na Portaria nº 888/2021<sup>6</sup>. O Quadro 5 apresenta exemplos de tratamentos utilizados com base nas características da água bruta.

**Quadro 5** - Exemplos de tratamento a serem utilizados com base nas características da água a ser tratada.

CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA BRUTA	ETAPAS DE TRATAMENTO A SEREM APLICADAS
Água de boa qualidade <sup>1</sup>	Desinfecção.
Água salobra <sup>2</sup>	Dessalinização através de membranas de osmose reversa e posterior desinfecção
Água com elevada concentração de ferro e manganês <sup>3</sup>	Pré-oxidação com cloro ou aeração seguido das etapas de coagulação/floculação, decantação, filtração e desinfecção
Água com elevada concentração de sólidos <sup>4</sup>	Coagulação/floculação, decantação, filtração e desinfecção

<sup>1</sup>Água com parâmetros físico-químicos dentro dos limites estabelecidos pela Portaria nº 888/2021. Geralmente são águas subterrâneas.

<sup>2</sup>Água com concentração de sais superior a 0,5 partes por mil e inferior a 30 partes por mil. Águas salobras são encontradas mais comumente em fontes subterrâneas.

<sup>3</sup>Águas com concentrações de ferro e manganês acima dos limites estabelecidos pela Portaria nº 888/2021. Ocorre com mais facilidade em águas subterrâneas.

<sup>4</sup>Maior ocorrência de águas com elevadas concentrações de sólidos em águas superficiais.

## Referências

<sup>1</sup>BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

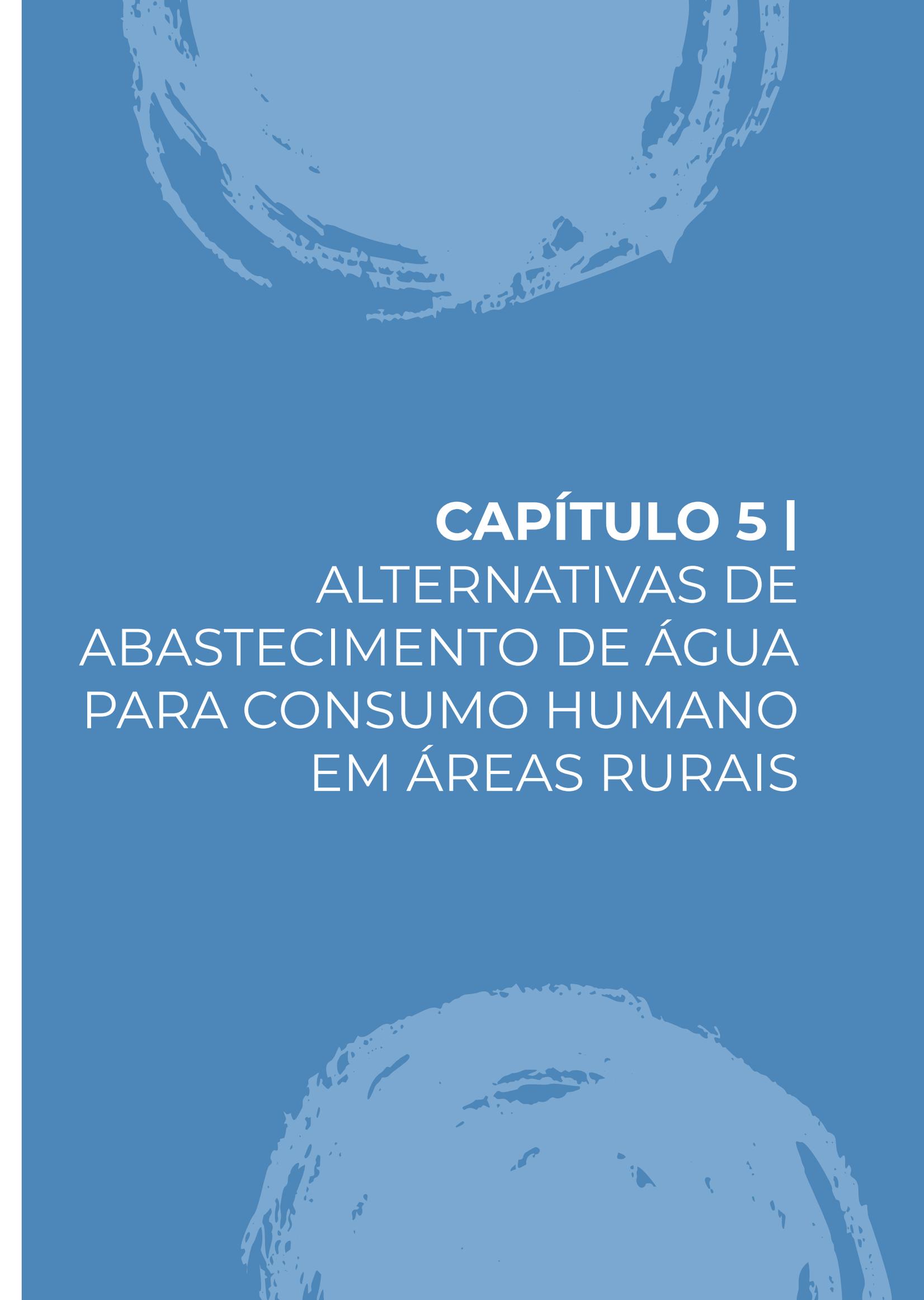
<sup>2</sup>RECESA. **Qualidade de água**: operação e manutenção de estações de tratamento de água. Guia do profissional em treinamento: nível 2. Belo Horizonte: NUCASE, 2008.

<sup>3</sup>BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3 ed. rev., Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

<sup>4</sup>DA SILVA, F. N. **Sistemas de abastecimento e tratamento de água para técnicos**. 2 ed., Campinas/SP, 2022.

<sup>5</sup>BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano e pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/Superintendência Estadual do Pará**. Brasília: Funasa, 2017.

<sup>6</sup>BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html). Acesso em: 30 out. 2023.



# **CAPÍTULO 5 |** ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM ÁREAS RURAIS

Para melhor entendimento deste capítulo, é importante conhecermos os possíveis componentes dos sistemas de abastecimento de água, são eles:

**Manancial para captação de água:** como já vimos, os mananciais são ocorrências naturais de água superficial ou subterrânea, que podem ser utilizados para o abastecimento de água, tais como rios, lagos, aquíferos, entre outros.

**Estação de Tratamento de Água:** local onde a água bruta é tratada para remoção de componentes que podem causar danos à saúde humana.

**Estação de bombeamento:** local onde são instaladas bombas usadas para elevar a água de um ponto mais baixo para um ponto mais alto. A estação de bombeamento pode também ser instalada dentro do poço, para elevação da água até um reservatório. Estações de bombeamento podem ser necessárias tanto na etapa de captação da água nos mananciais, quanto para a etapa de distribuição para a população.

**Casa de comando:** local onde são instalados quadros (com os componentes elétricos) responsáveis pelo acionamento e proteção das bombas (estações de bombeamento).

**Reservatórios:** são locais utilizados para armazenar água. Podem ser reservatórios de água bruta ou tratada.

**Sistema de distribuição da água:** após o tratamento, a água deve ser distribuída para a população. Essa distribuição pode ser feita por meio de rede de distribuição, ou seja, tubulações que levarão a água até as residências das pessoas, ou pode ser distribuída por meio de uma solução alternativa como, por exemplo, por chafariz, que será apresentado neste capítulo.

**Medidores de água (hidrômetros):** são dispositivos instalados nas residências, responsáveis por medir o consumo de água naquele local. É por meio dessa leitura de consumo que são calculadas as taxas de cobrança da água.

A **Figura 1** apresenta um resumo dos componentes apresentados.

**Figura 1** - Componentes de um sistema de abastecimento de água.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

## 5.1 | Solução Alternativa Individual (SAI)

Por definição, a Solução Alternativa Individual (SAI) é uma modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atende apenas uma família (incluindo seus agregados)<sup>1</sup>. Nas áreas rurais, onde há grande dispersão dos domicílios, o abastecimento de água comumente se dá por meio de SAI. A cisterna pode ser mencionada como um exemplo, cuja água de abastecimento é captada das chuvas. Outro exemplo de SAI são os poços instalados em áreas privadas para atender às demandas de água de determinadas residências.

Nesses casos, recomenda-se que a água seja filtrada em filtro doméstico ou filtro de areia. Caso não seja possível, alternativamente pode-se coar a água em um pano limpo ou em um coador de papel, ou ainda colocar a água em um vasilhame limpo e coberto e aguardar o tempo necessário para que as partículas de sujeira decantem até o fundo do recipiente<sup>2</sup>.

Em todos os casos, após a remoção de partículas de sujeira, a água deve também passar por um processo de desinfecção. Para isso, recomenda-se o uso de duas gotas de hipoclorito de sódio a **2,5% para cada litro** de água a ser desinfectado. Também pode ser feito uso de pastilhas de cloro específicas para consumo humano, respeitando a dosagem estabelecida pelo fabricante. Após a aplicação do cloro, deve-se aguardar cerca de **30 minutos** para consumir a água, tempo médio necessário para eliminação de microrganismos causadores de doenças. De forma alternativa ao uso do hipoclorito de sódio, recomenda-se a fervura da água durante **5 minutos**<sup>2</sup>.

É recomendado que o processo de desinfecção seja aplicado a pequenos volumes de água, o suficiente para atender a família por um ou dois dias<sup>3</sup>.

## 5.2 | Solução Alternativa Coletiva (SAC)

Por definição, a Solução Alternativa Coletiva (SAC) é uma modalidade de abastecimento coletivo de água para consumo humano que atende a duas ou mais famílias, **sem rede de distribuição**<sup>1</sup>.

Em áreas rurais, é comum encontrarmos SACs com diferentes formas de captação, tratamento e distribuição da água para a população. As **Imagens 1** e **2** apresentam exemplos de SACs instalados em áreas rurais cuja distribuição da água para a população ocorre por meio de chafarizes (torneiras).

**Imagem 1** - Captação de água subterrânea e sistema de distribuição de água por chafariz - SAC de abastecimento de água para consumo humano instalado na comunidade Sítio São Domingos, situada no Município de Jaçanã/RN.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

**Imagem 2** - Salta-z com captação de água superficial e sistema de distribuição de água por chafariz - SAC de abastecimento de água para consumo humano instalado na comunidade Pannels, situada no Município de Lagoa Grande/PE.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

## 5.2.1 | Tecnologias alternativas utilizadas para tratamento e distribuição de água em áreas rurais

As duas principais tecnologias alternativas utilizadas para abastecimento de água em áreas rurais são:

- **Salta-z**

A Salta-z é uma tecnologia instalada em áreas rurais para realização de um tratamento simplificado da água com o objetivo de remover substâncias indesejadas, contaminantes e microrganismos causadores de doenças,

forneendo assim uma água segura para a população e contribuindo para a melhora da qualidade de vida local. A Salta-z é composta por tubulações para transporte da água, dosador de coagulante, reservatório elevado, dosador de cloro, filtro de zeólita e chafariz para distribuição da água tratada. A **Figura 2** apresenta em detalhes a estrutura de uma Salta-z.

**Figura 2** - Detalhamento dos componentes de uma Salta-z utilizado para tratamento de água para consumo humano.



**Fonte:** (Ministério da Saúde, 2017)<sup>4</sup>.

Por fazer uso de coagulantes, a Salta-z é geralmente utilizada para tratar água bruta captada em mananciais superficiais, uma vez que estas apresentam elevada turbidez. Entretanto, também pode ser utilizada para tratar água bruta captada em poços, desde que estas apresentem elevada concentração de ferro e/ou manganês. Nesse caso, o dosador de cloro antes instalado na tubulação de saída da água do reservatório é remanejado para a tubulação de entrada, substituindo o dosador de coagulante para atuar como agente oxidante desses metais, removendo-os da água. O Quadro 1 apresenta a massa de cloro necessária para oxidar **1 mg** de ferro ou manganês.

**Quadro 1** - Quantidade de cloro necessária para oxidar 1mg de ferro ou manganês.

OXIDAÇÃO DE FERRO (II) OU MANGANÊS (II) COM CLORO	MASSA DE CLORO NECESSÁRIA PARA REMOÇÃO DE 1MG DE FERRO OU MANGANÊS	
Cloro requerido	Ferro <hr/> 0,64	Manganês <hr/> 1,29

**Fonte:** (M DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. B., 2005)<sup>5</sup>.

De forma geral, a Salta-z funciona da seguinte forma:

1. A água é captada em manancial superficial ou subterrâneo com alta concentração de ferro e/ou manganês;
2. A dosagem de coagulante identificada através do teste de jarros é aplicada no dosador instalado na tubulação de entrada da água bruta para o reservatório;
3. A água bruta que recebeu dosagem de coagulante (etapa de coagulação) é transportada para um reservatório elevado (para realização das etapas de floculação e posterior decantação);
4. As partículas decantadas são removidas do reservatório por um dreno instalado no fundo do mesmo, devendo passar por secagem;

5. Após a decantação, a água tratada é transportada por tubulações, passando pelo dosador de cloro onde receberá uma dose do agente desinfetante - o cloro deve ser frequentemente monitorado na distribuição para assegurar o residual mínimo de 0,2 mg/L de cloro livre, conforme estabelecido pela Portaria nº 888/2021 [1];
6. Por fim, a água passa por um filtro de zeólita, completando todo o seu ciclo de tratamento, podendo então ser distribuída para a população por meio de chafariz.

## PARA SABER MAIS

Acesse o “Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvido pela Funasa/ Superintendência Estadual do Pará” para conhecer com detalhes o processo de operação e limpeza do filtro de zeólita que compõe a Salta-z<sup>4</sup>.

## • Dessalinizador

O Ministério da Saúde indica que o limite de sais presentes na água seja de **500 mg/L**. Em áreas onde a perfuração de poços ocorre em rochas cristalinas, é comum que águas sejam classificadas como salobras, ou seja, águas com elevada concentração de sais. Nesse sentido, para viabilizar o seu consumo é necessária a aplicação de um tratamento específico para remoção do excesso de sais, conhecido como dessalinização. A Figura 3 apresenta uma estação de tratamento de água salobra captada em poço e os seus principais componentes.

**Figura 3** - Estação de tratamento de água salobra.



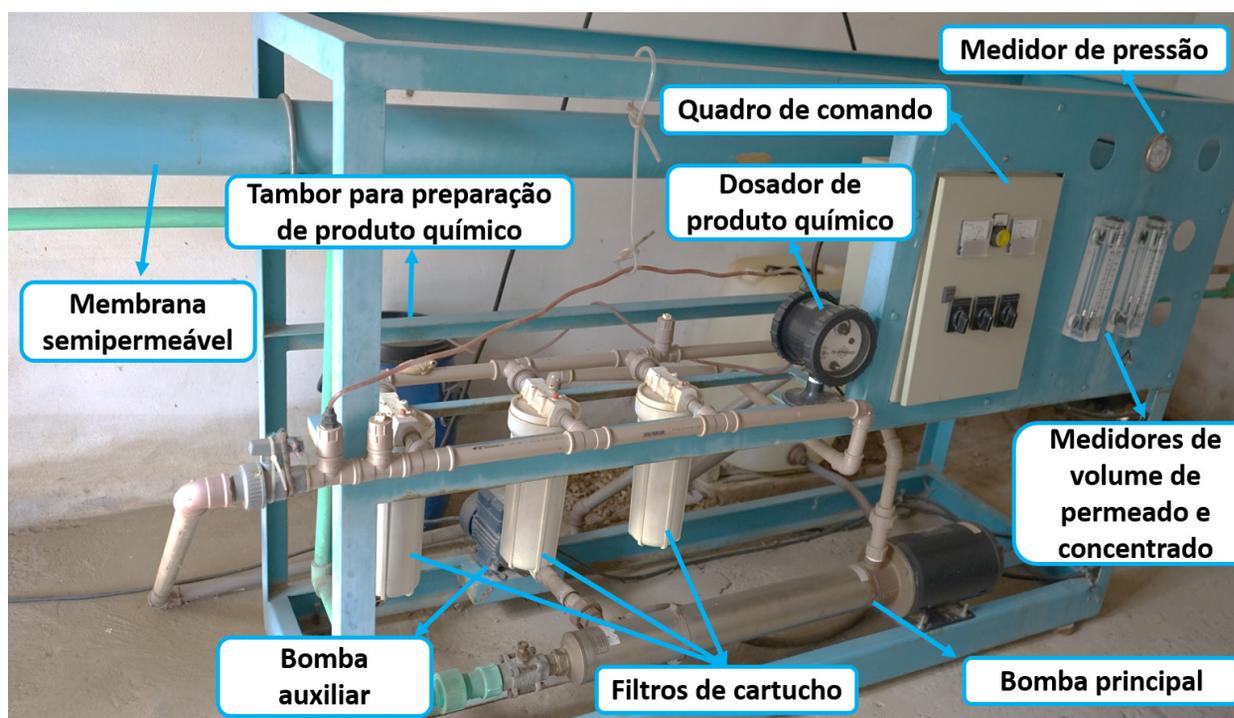
**Fonte:** (Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2020)<sup>6</sup>.

Essa estação de tratamento funciona da seguinte maneira<sup>6</sup>:

1. A água bruta é captada por meio de uma bomba instalada em um poço perfurado e enviada para um reservatório;
2. Com o auxílio de outra bomba, a água é enviada do reservatório para a casa do dessalinizador (passando por etapas que serão detalhadas a seguir), para remoção de sais da água;
3. O dessalinizador gera dois tipos de água: água doce (enviada para o tanque 01) e água com elevado teor de sais (enviada para o tanque 02), chamada de concentrado ou rejeito;
4. A água doce produzida passa por um processo de cloração e pode então ser distribuída para a população por meio de chafariz;
5. O concentrado ou rejeito não pode ser disposto no solo, pois gera contaminação ambiental. Para auxiliar no uso correto, sugere-se a utilização para outros fins, como criação de peixes e caprinos.

O dessalinizador é considerado um processo avançado de filtração por osmose reversa, em que são utilizadas membranas semipermeáveis (que permitem a passagem da água, mas não dos sais) responsáveis por retirar da água salobra ou salina o excesso de sais que inviabilizam o consumo humano. Após passar pelo dessalinizador, são produzidos dois tipos de água: uma água dessalinizada (comumente chamada de permeado) e uma água com alta concentração de sais (comumente chamada de concentrado). Para melhor entendimento do funcionamento do dessalinizador, a Imagem 3 apresenta a estrutura e os componentes dessa tecnologia.

**Imagem 3** - Estrutura e componentes de um dessalinizador por osmose reversa instalado na comunidade Riacho do meio, situada no Município de Cruzeta/RN.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

Este equipamento funciona da seguinte forma<sup>6</sup>:

1. Todo o acionamento e desligamento das bombas para que a dessalinização da água ocorra é controlado por meio do quadro de comando;
2. A água bruta armazenada no reservatório é bombeada para entrada do tratamento através do acionamento da bomba auxiliar;
3. A água bruta passa pelos filtros de cartucho para remoção de partículas maiores que possam causar entupimento das membranas do dessalinizador, esse é o chamado pré-tratamento físico da água;
4. O pré-tratamento é complementado pela dosagem de um produto químico anti-incrustante para evitar que os sais fiquem depositados na membrana do dessalinizador e prejudiquem o tratamento, este é preparado em um tambor específico (bombona) e dosado por meio do dosador automático;
5. Após essas etapas de pré-tratamento, com o auxílio da bomba principal (bomba de alta pressão), a água é bombeada para a membrana semipermeável, em pressão suficiente para que o processo de osmose reversa aconteça e os sais sejam separados da água;
6. Após a passagem pela membrana, são gerados os dois tipos de água: água doce (armazenada em um reservatório); e a água com elevada concentração de sais, também chamada de concentrado ou rejeito (armazenada em outro reservatório). O volume dos dois tipos de água produzidos durante o processo de tratamento pode ser observado através dos medidores instalados próximo ao quadro de comando;
7. A água doce passa pelo processo de cloração e pode ser então distribuída para a população por meio de chafariz. Já o concentrado, a depender do teor e dos tipos de sais, pode ser aproveitado para dessedentação animal, uso doméstico (descargas sanitárias) e criação de peixes<sup>7</sup>.

Além dos componentes citados acima, deve ser instalado um sistema para retrolavagem das membranas com água doce sempre que o funcionamento desta for finalizado. O sistema de retrolavagem serve para aumentar a vida útil das membranas e é composto por uma bombona para armazenamento da

água doce a ser utilizada para lavar as membranas. Estas devem ser trocadas em casos de redução considerável da vazão do permeado produzido, aumento da pressão de alimentação ou redução da qualidade do tratamento, com geração de permeado com teor de sais acima do permitido para consumo humano<sup>8</sup>.

## 5.3 | Sistema Simplificado de Abastecimento de Água (SSAA)

Os Sistemas Simplificados de Abastecimento de Água instalados em áreas rurais são geralmente compostos por: captação de água em manancial subterrâneo, tratamento de água, reservatório elevado de água e sistema de **distribuição da água por rede**, atendendo a todas as residências da comunidade.

As Imagens 4 e 5 mostram componentes de SSAAs instalados em áreas rurais, cuja captação da água ocorre em poço tubular.

**Imagem 4** - Estrutura de proteção com poço tubular e casa de comando instalada na comunidade de Varzinha, situada no Município de Várzea Alegre/CE.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

**Imagem 5** - Reservatório elevado com sistema de desinfecção instalado na comunidade de Varzinha, situada no Município de Várzea Alegre/CE.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

## 5.4 | Manutenção e operação de tecnologias de abastecimento de água

### 5.4.1 | Manutenção de tecnologias de abastecimento de água

Independentemente da tecnologia utilizada no tratamento de água para consumo humano em áreas rurais, de forma a preservar sua estrutura

e eficiência, todos os seus componentes devem passar por manutenções adequadas e frequentes. Existem basicamente dois tipos de manutenção: a preventiva e a corretiva. Manutenções preventivas têm como objetivo antever possíveis problemas, aumentando a vida útil dos componentes do sistema de abastecimento de água. Em geral são manutenções mais econômicas, uma vez que é possível agendá-las para serem realizadas em momentos oportunos. Já as manutenções corretivas são realizadas a partir da identificação de problemas já estabelecidos, devendo, portanto, serem realizadas de forma emergencial, o que acarreta maiores custos para a reparação.

Assim, a manutenção preventiva tem por objetivo preservar as estruturas do sistema de abastecimento de água, garantindo seu funcionamento adequado e assegurando a qualidade da água destinada ao consumo humano. Esse tipo de manutenção engloba uma série de checagens nos diversos componentes do sistema e sua frequência de realização dependerá das características de cada um deles.

Na etapa de captação da água, seja ela em fonte superficial ou subterrânea, variáveis como vazão, níveis estático e dinâmico (no caso de captação subterrânea) e pressão na rede devem ser monitoradas constantemente para controle da funcionabilidade do conjunto motobomba. Alterações identificadas nos valores dessas variáveis podem ser indicativos de obstruções, incrustações, vazamentos na tubulação, possíveis rebaixamentos no nível de água de poços, desgastes do conjunto motobomba, entre outros problemas, indicando a necessidade de realização de sua manutenção preventiva para evitar interrupções no fornecimento de água. Em casos de captação subterrânea, orienta-se, ainda, como manutenção preventiva a realização de limpeza do poço pelo menos uma vez ao ano<sup>9</sup>.

Outros procedimentos de manutenção preventiva estão diretamente ligados à qualidade da água fornecida. Essa pode variar em função de efeitos sazonais ocorridos no manancial abastecedor, ou em decorrência de acúmulo de resíduos nos reservatórios, ou, ainda, em consequência da existência de possíveis vazamentos no sistema de distribuição da água<sup>10</sup>.

Nesse sentido, os reservatórios, sejam eles individuais ou comunitários, devem ser limpos pelo menos **a cada seis meses** e mantidos tampados para evitar contaminação da água e a proliferação de mosquitos vetores de doenças. Tal limpeza pode ser realizada conforme o seguinte passo a passo<sup>10</sup>:

1. Fechar os registros de entrada de água e esvaziar o reservatório;
2. Escovar as paredes e o fundo do reservatório utilizando esponja não abrasiva;

3. Enxaguar o reservatório com água potável para retirar as sujeiras;
4. Em um balde limpo, dissolver um litro de água sanitária em cinco litros de água e com o auxílio de um pano, espalhar essa mistura no fundo e nas paredes do reservatório;
5. Aguardar cerca de 30 minutos para que ocorra a desinfecção do reservatório;
6. Enxaguar o reservatório com água tratada, deixando-o vazio;
7. Abrir os registros anteriormente fechados e repetir essa operação após seis meses

Por fim, faz parte dos procedimentos de manutenção o monitoramento frequente do sistema de distribuição da água tratada de forma a identificar a ocorrência de possíveis vazamentos, para evitar perdas e contaminação da água tratada. Nesse sentido, manter o sistema de distribuição funcionando com pressão adequada é de fundamental importância. Intermitência na distribuição da água, ou seja, períodos de interrupção no fornecimento de água, ocasionam pressão negativa na rede de distribuição que, em casos de existência de rachaduras na tubulação, podem proporcionar contaminação da água em decorrência da entrada de fluídos contaminados ou de solo na tubulação.

Estão, ainda, inclusas na manutenção dos sistemas a reposição de placas de identificação e o isolamento de seus componentes, limitando o acesso a seu interior e o manejo às pessoas devidamente habilitadas para tal, de forma a evitar acidentes e/ou alteração inadequada nos equipamentos.

## 5.4.2 | Operação de tecnologias de abastecimento de água

Para operar tecnologias de abastecimento de água, sejam SACs ou SSAAs, a qualidade da água bruta captada no manancial abastecedor deve ser

monitorada continuamente, uma vez que podem ocorrer alterações sazonais de qualidade que orientarão modificações na operação da tecnologia de tratamento. O artigo 42 da Portaria nº 888/2021<sup>1</sup> estabelece que seja analisada pelo menos uma amostra **semestral** da água bruta captada, visando uma gestão preventiva de risco.

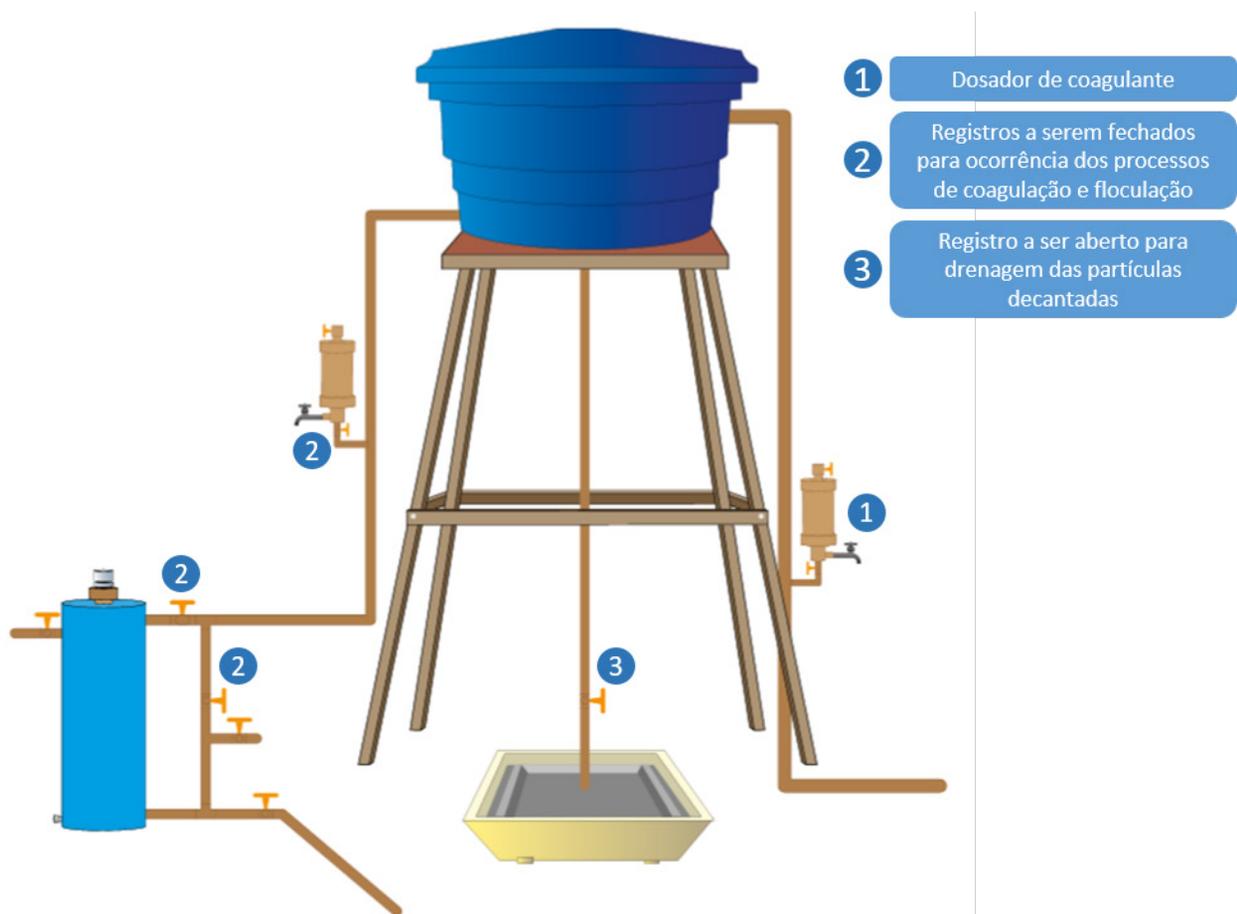
Considerando que as SACs implantadas em áreas rurais mais comumente encontradas são: captação subterrânea e distribuição de água por chafariz, Salta-z e dessalinizador e tendo o funcionamento destes já apresentados anteriormente, nos limitaremos a tratar dos seus procedimentos operacionais, como segue:

## • Salta-z

Sendo a Salta-z uma alternativa para tratamento de água, sua operação se inicia com a checagem da qualidade da água bruta, já mencionada anteriormente, uma vez que a cor e a turbidez da água captada orientarão a quantidade de coagulante químico a ser dosado para tratamento da água. De posse dos valores desses parâmetros é feito o teste de jarros (mencionado anteriormente), ensaiando diferentes dosagens para determinação da ideal. É importante lembrar que a dosagem ideal é aquela que proporciona uma água tratada dentro dos parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 888/2021<sup>1</sup> a partir do mínimo consumo de insumos possível.

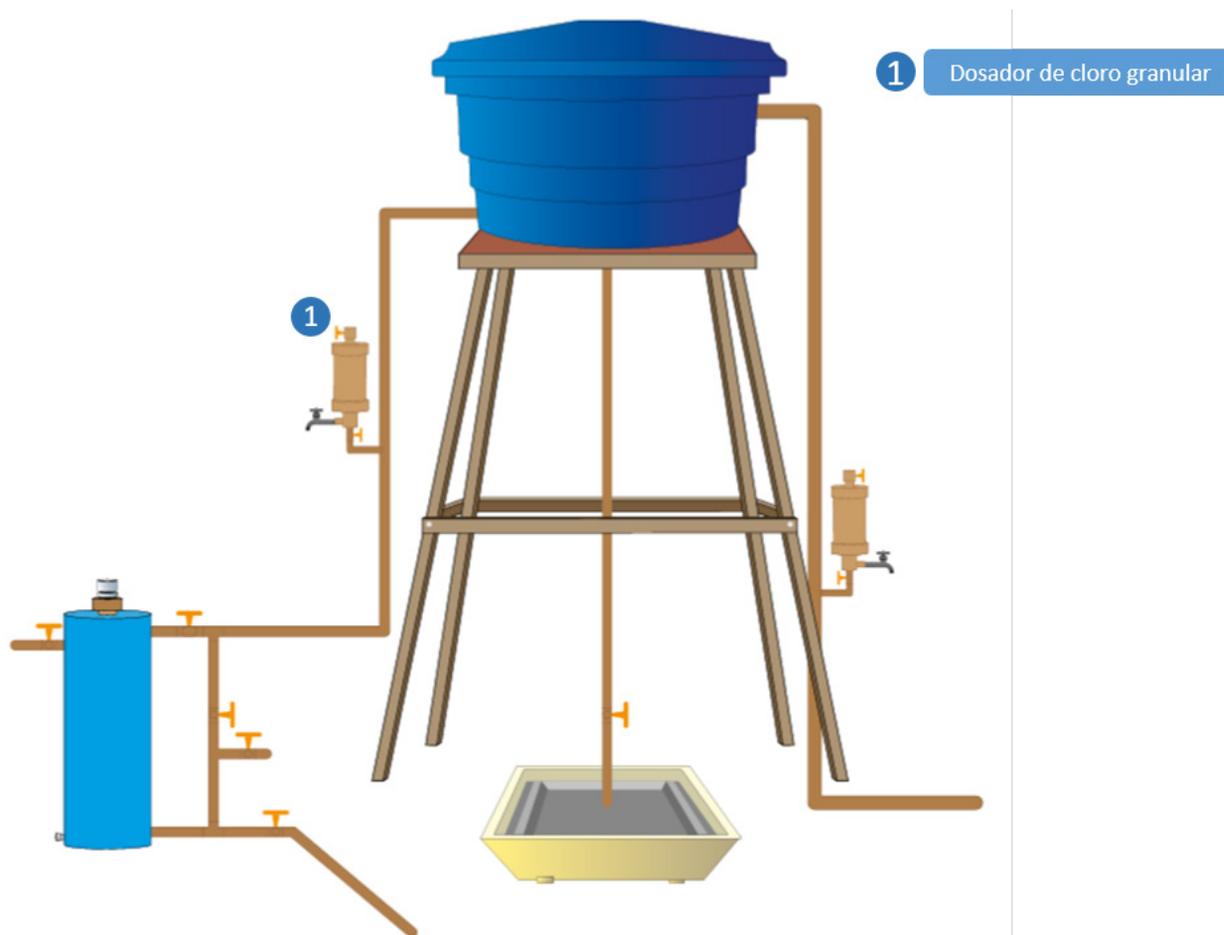
Após determinada a concentração de coagulante a ser utilizada, esta é multiplicada pela capacidade do reservatório da Salta-z, diluída em água e inserida no dosador de coagulante do sistema, depois seu registro é aberto de forma cuidadosa para que a água que esteja entrando no reservatório receba o coagulante lentamente, proporcionando a melhor homogeneização possível. A dosagem do coagulante deve ser feita todas as vezes que se encher o reservatório. Para que a fase de coagulação e decantação ocorram de maneira adequada, é necessário que os registros localizados entre a saída do reservatório e a entrada do filtro fiquem fechados por pelo menos **20 minutos**, mantendo a água confinada para ocorrência desses processos<sup>4</sup>. O dosador de coagulante e registros a serem manipulados estão apresentados na Figura 4. Decorrido esse período, proceder com a retirada dos sedimentos decantados no reservatório, abrindo para isso o registro do dreno instalado no fundo do reservatório, também apresentado na **Figura 4**.

**Figura 4** - Estrutura de Salta-z com elementos a serem manipulados para realização dos processos de coagulação e floculação e posterior remoção dos sedimentos depositados no fundo do reservatório.



**Fonte:** (Adaptado de Ministério da Saúde, 2017)<sup>4</sup>.

Em seguida, os registros anteriormente fechados podem então serem abertos para que a água siga para a próxima etapa do tratamento. A seguir, é realizada a desinfecção da água a partir da adição de cloro no dosador posicionado após o reservatório. Nessa etapa pode ser adicionado cloro granulado ou em pastilha, a depender do tipo de dosador instalado na tubulação, de forma a manter um residual mínimo de **0,2 mg/L** de cloro livre na água, conforme estabelecido pela Portaria nº 888/2021<sup>1</sup>. Para assegurar esse residual, bem como a eficiência da etapa de coagulação/floculação e decantação, deve ser coletada amostra de água na saída do sistema de tratamento ou nas torneiras do chafariz de distribuição para avaliação dos seguintes parâmetros: pH, turbidez, cor, cloro residual e análise microbiológica. Esses parâmetros devem estar em conformidade com o exigido pela Portaria nº 888/2021<sup>1</sup> e devem ser monitorados todas as vezes que o salta-z estiver realizando tratamento de água. A Figura 5 apresenta o dosador de cloro granulado presente na Salta-z.

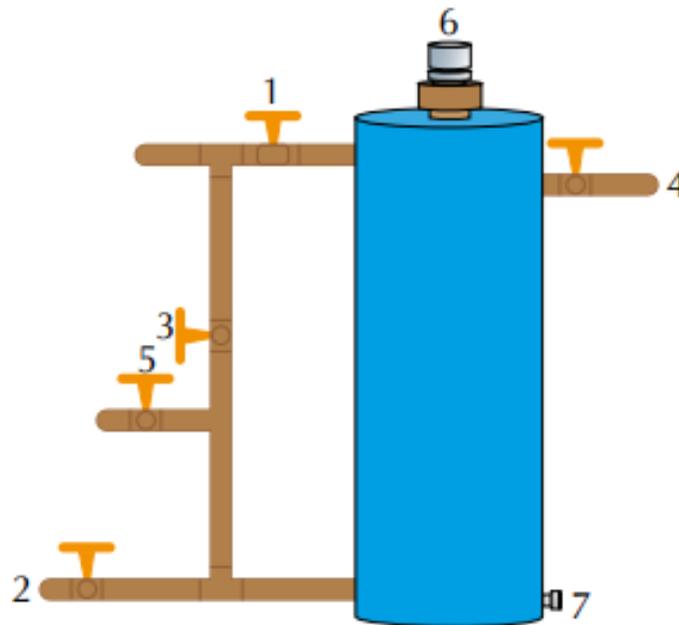
**Figura 5** - Estrutura de Salta-z com identificação do dosador de cloro granular.

**Fonte:** (Adaptado de Ministério da Saúde, 2017)<sup>4</sup>.

Após a dosagem do cloro na água, esta segue para a etapa de filtração em filtro de zeólita. O período de tempo o qual o filtro de zeólita pode permanecer funcionando, sem que haja perda de qualidade do processo de filtração, é denominado de **carreira de filtração** e é altamente dependente da frequência de utilização do sistema e da qualidade da água que adentra o filtro, principalmente no que diz respeito a sua turbidez e concentração de ferro e manganês. Teores elevados desses parâmetros reduzem a carreira de filtração e vice-versa.

Quando há perda de qualidade do processo de filtração, representada pela redução da qualidade da água tratada diariamente e/ou diminuição da vazão do filtro, este deve passar pelo processo de retrolavagem. A retrolavagem consiste em injetar água no sentido inverso ao da filtração, nesse caso, de baixo para cima, com velocidade suficiente para expandir o meio filtrante, sendo possível remover as partículas de sujeira aderidas a ele<sup>10</sup>. Para isso, os registros ligados ao filtro devem ser manipulados de forma a garantir que a água percorra o filtro no sentido inverso, conforme segue<sup>4</sup>:

**Imagem 6** - Salta-z com identificação dos registros a serem manipulados para realização do processo de retrolavagem.



**Fonte:** (Ministério da Saúde, 2017)<sup>4</sup>.

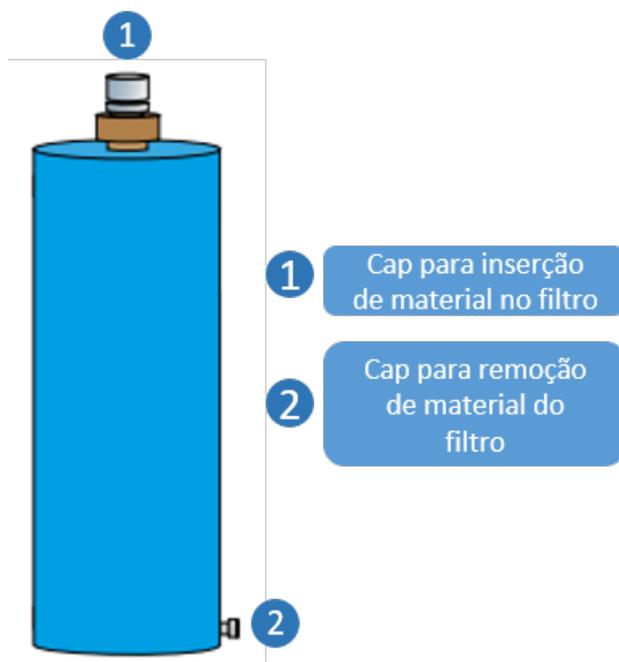
1. Inicialmente fechar os registros 1, 2 e 5;
2. Após isso, abrir os registros 3 e 4. Se durante o processo de retrolavagem, os grãos de zeólita estiverem saindo junto com a água suja, o registro 4 deve ser parcialmente fechado para reduzir a vazão de lavagem.
3. O processo de retrolavagem deve ser interrompido quando a água de saída estiver límpida. Após isso, os registros 3 e 4 devem ser fechados e os registros 1 e 2 devem ser abertos.

Finalizada a retrolavagem, deve-se aguardar cerca de **10 minutos** para acomodação do leito filtrante e só então reiniciar o processo de tratamento da água<sup>4</sup>.

A carga de zeólita utilizada no filtro que compõe a Salta-z possui uma vida útil de cerca de **5 a 8 anos**, a depender da frequência de uso do filtro e da

qualidade da água a ser tratada. A diminuição da eficiência do filtro de zeólita, mesmo após a realização do processo de retrolavagem, indica que deve ser realizada a troca do meio filtrante. Para realização dessa troca, o operador deve manusear os caps de entrada e saída do filtro (**Figura 7**), seguindo os seguintes passos<sup>4</sup>:

**Imagem 7** - Salta-z com identificação dos caps de entrada e saída de material.



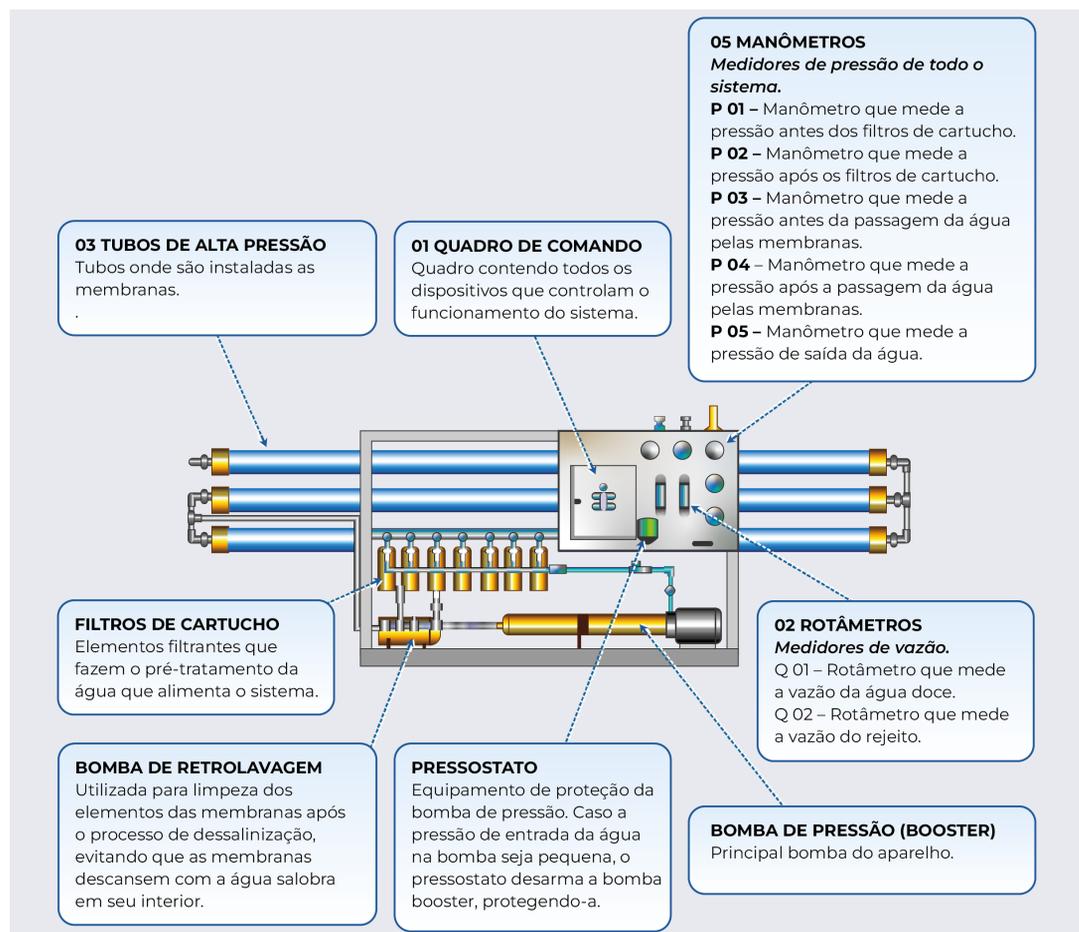
**Fonte:** (Adaptado de Ministério da Saúde, 2017)<sup>4</sup>.

1. Com a água percorrendo normalmente o sistema, retirar os caps de entrada e saída de material do filtro de zeólita (caps 1 e 2) e aguardar o tempo necessário para que a areia e a zeólita sejam totalmente removidas do filtro;
2. Após isso, interromper o funcionamento do sistema, recolocar o cap de saída do filtro (cap 2) e em seguida realizar o preenchimento do Figura 7: Salta-z com identificação dos caps de entrada e saída de material.
3. Proceder a retrolavagem normal do filtro de zeólita por cerca de 30 minutos e, após isso, aguardar em torno de 10 minutos para só então recolocar o sistema em funcionamento.

## • Dessalinizador por membranas

A operação do dessalinizador consiste basicamente em controlar as ações do sistema por meio do quadro de comando, acionando o funcionamento e desligamento das bombas e monitorar as pressões do sistema através dos manômetros e as vazões de concentrado e permeado produzidos. Esses dados devem ser anotados sempre que o dessalinizador estiver em funcionamento, pois orientarão a operação correta dos componentes do sistema de dessalinização da água. A Figura 8 apresenta uma representação esquemática de um dessalinizador e seus componentes, incluindo a localização, no quadro de comando, dos manômetros e rotômetros a serem acompanhados (para leituras de pressão e vazão, respectivamente).

**Figura 8** - Estrutura de um Dessalinizador e seus componentes.



**Fonte:** (elaborado pelo autor, 2023).

Para orientar o operador na partida e condução do dessalinizador, este deve seguir o seguinte passo a passo<sup>12</sup>:

1. Antes de dar a partida no dessalinizador, deve-se observar o nível de água bruta disponível no reservatório e se este está limpo. Caso o nível da água esteja baixo, deve-se proceder com o enchimento do reservatório e, só após isso, ligar o dessalinizador. Em caso de reservatório sujo, deve proceder com a limpeza antes de ligar o dessalinizador;
2. Verificar se os tanques de permeado e concentrado encontram-se limpos, caso contrário, efetuar a limpeza antes de ligar o dessalinizador;
3. Verificar se o recipiente de armazenamento de água doce para retrolavagem do filtro (bomba) encontra-se limpo. Caso contrário, efetuar sua limpeza antes de ligar o dessalinizador. De modo geral, a limpeza deve ser realizada uma vez por semana ou sempre que necessário;
4. Verificar se o recipiente de armazenamento de produto químico (bomba) possui produto em quantidade suficiente para atender a demanda de funcionamento do dessalinizador, caso contrário, preparar mais produto conforme orientado pelo fabricante;
5. Antes de ligar a bomba secundária para alimentação do dessalinizador, abrir o registro situado antes dos filtros de cartucho;
6. Ligar a chave geral do dessalinizador e, em seguida, ligar a bomba secundária. Aguardar cerca de **três minutos** para que os componentes do sistema de dessalinização recebam água suficiente para acionar o dessalinizador. Com o auxílio de uma flanela, retirar o ar dos filtros de cartucho por meio da válvula vermelha situada na parte superior destes e observar se existe algum vazamento no sistema. Em casos de vazamentos, desligar a bomba secundária e corrigí-los imediatamente;
7. Ligar a bomba dosadora de produto químico e observar se o seu funcionamento está ocorrendo corretamente;

8. Cumprindo todos os passos anteriores, incluindo a realização de correções se necessário, procede-se com a ligação da bomba principal (bomba de alta pressão);
9. Após o acionamento da bomba principal, se dirigir ao quadro de comando e realizar as leituras das pressões de entrada e saída dos filtros de cartucho, as pressões de entrada e saída das membranas e as vazões do permeado e concentrado produzidos. As leituras devem ser anotadas para comparação com os valores estabelecidos pelo fabricante do dessalinizador;
10. Estando o dessalinizador em funcionamento, a válvula do reservatório de água doce deve ser aberta para que este seja cheio com água dessalinizada. Durante a operação do dessalinizador, o operador deve observar se os tanques de permeado e concentrado estão recebendo água normalmente e assegurar o nível de água no tanque de água bruta;
11. Ainda durante o funcionamento do dessalinizador, checar a operação das bombas. Alterações nos sons emitidos durante o funcionamento das bombas são indicativos de possíveis problemas.

Posto em funcionamento, e observados os passos apresentados, o dessalinizador deve ser desligado após o enchimento do tanque de permeado, de forma a assegurar o fornecimento de água em quantidade suficiente para a população da comunidade. Para desligar corretamente o sistema de dessalinização, o operador deve respeitar o seguinte passo a passo<sup>12</sup>:

1. Inicialmente desligar a bomba principal (de alta pressão), em seguida desligar a bomba secundária (fechando o registro de água bruta instalado antes dos filtros de cartucho) e, por fim, desligar a bomba dosadora de produto químico;
2. Ligar a bomba de retrolavagem para lavar as membranas de osmose reversa utilizando a água doce armazenada no reservatório (bombona);
3. Decorrido o processo de retrolavagem com o consumo de toda a água armazenada no reservatório de água doce, desligar o disjuntor do dessalinizador. Após esse processo, o dessalinizador estará pronto para outro período de funcionamento.

Além dessas recomendações, o operador deve adotar o hábito higiênico de lavar bem as mãos antes de manusear qualquer parte do sistema de dessalinização e coletar pelo menos **a cada três meses** amostras de água bruta, dessalinizada (permeado) e rejeito (concentrado) para realização de análises, principalmente no que diz respeito à salinidade e cloro residual<sup>12</sup>, estes devem estar em conformidade com as exigências da Portaria nº 888/2021<sup>1</sup>. É importante ressaltar que a coleta da água dessalinizada e potável deve ser feita por meio de recipientes adequados (de preferência de plástico), previamente limpos e utilizados especificamente para esse fim.

É responsabilidade do operador efetuar e manter todos os componentes do sistema de dessalinização limpos. Além disso, sempre que o dessalinizador estiver em funcionamento, deve-se observar atentamente a qualidade do permeado produzido. Alterações na cor ou qualidade do permeado indicam a necessidade de limpeza de componentes do sistema, incluindo a limpeza química das membranas. Outra forma de identificação da necessidade de realização de limpeza química das membranas é observando a diferença das pressões de entrada e de saída das membranas através dos manômetros. Diferenças de pressão **superiores a 15%** entre a entrada e saída das membranas, orientam a necessidade de realização de uma limpeza química nestas com produto anti-incrustante. Já em relação à troca do elemento filtrante dos filtros de cartucho, diferenças das pressões de entrada e de saída da água pelos filtros **superiores a 10%**, indicam a necessidade de substituição dos meios filtrantes

por novos<sup>12</sup>.

Por fim, independentemente do sistema de abastecimento de água utilizado pela comunidade, é dever do operador comunicar aos gestores técnicos responsáveis a ocorrência de toda e qualquer alteração na operação e/ou infraestrutura do sistema. Além disso, alterações na quantidade e/ou qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento de água também devem ser reportadas aos responsáveis para que as devidas providências sejam tomadas.

## Referências

<sup>1</sup>BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html). Acesso em: 31 out. 2023.

<sup>2</sup>BRASIL. Ministério da Saúde. **Orientações para o tratamento intradomiciliar da água de consumo humano em situações de desastres**. Sistema Único de Saúde. Brasília/DF, 2016. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/folder/orientacoes\\_tratamento\\_intradomiciliar\\_agua\\_consumo\\_humano\\_situacoes\\_desastres.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/folder/orientacoes_tratamento_intradomiciliar_agua_consumo_humano_situacoes_desastres.pdf). Acesso em: 31 out. 2023.

<sup>3</sup>EMBRAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manejo da água armazenada em cisterna**. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido, 2008. Disponível em: <https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Semiarido-Manejo-da-agua-armazenada-em-cisternas-EMBPARA-SEMIARIDO.pdf>. Acesso em: 31 out. 2023.

<sup>4</sup>BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano e pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/Superintendência Estadual do Pará**. Brasília: Funasa, 2017.

<sup>5</sup>DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. B. **Métodos e Técnicas de tratamento de água**. 2ª ed. São Carlos: Rima, 2005.

<sup>6</sup>BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Sistema de Dessalinização**. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-agua-doce/sistemas-de-dessalinizacao/sistema-de-dessalinizacao#:~:text=O%20dessalinizador%20utiliza%20o%20processo,%C3%A1gua%20dessalinizada\)%20e%20o%20concentrado](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-agua-doce/sistemas-de-dessalinizacao/sistema-de-dessalinizacao#:~:text=O%20dessalinizador%20utiliza%20o%20processo,%C3%A1gua%20dessalinizada)%20e%20o%20concentrado.). Acesso em: 31 out. 2023.

<sup>7</sup>BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Água Doce. **Orientações técnicas dos componentes do Programa Água Doce para implantação dos sistemas de dessalinização.** Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Brasília: 2015.

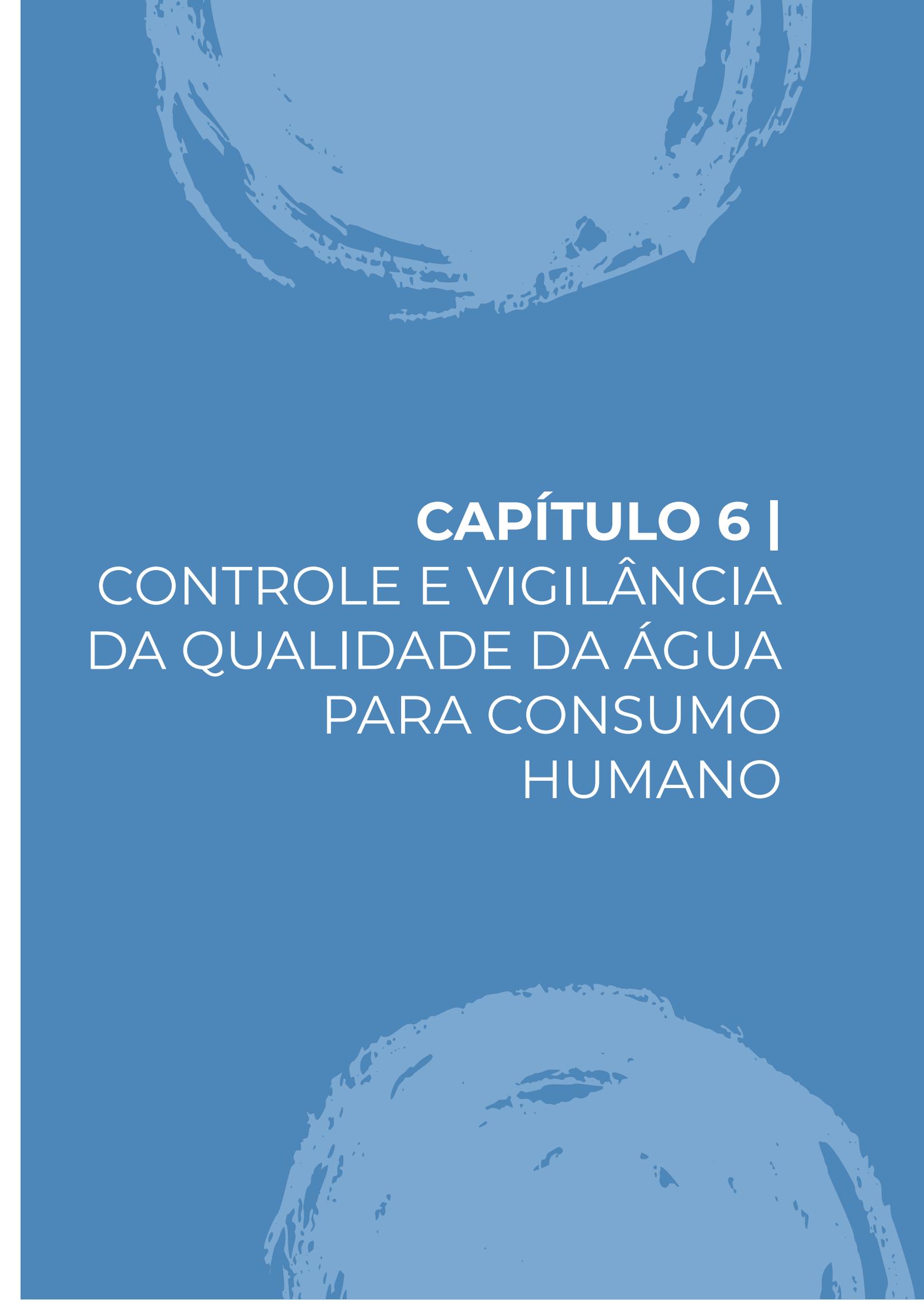
<sup>8</sup>FRISCHKORN, H.; DA ROCHA NETO, J. L. Osmose reversa: limpeza química em membranas de dessalinizadores do Ceará. **Rev. Tecnol.**, v. 30, n. 1, p. 61-76, 2009.

<sup>9</sup>CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DE PERNAMBUCO. **Resolução CRH nº 01/10, de 31 de março de 2010.** Disponível em: [https://www.apac.pe.gov.br/images/media/1568228445\\_CRH%20n01\\_10.pdf](https://www.apac.pe.gov.br/images/media/1568228445_CRH%20n01_10.pdf). Acesso em: 05 nov. 2023.

<sup>10</sup>RECESA. **Qualidade da água e padrões de potabilidade.** Guia do profissional em treinamento: nível 1. Belo Horizonte: NUCASE, 2007. Disponível em: [https://boletimdosaneamento.com.br/wpcontent/uploads/2023/11/Guia\\_SASOMETagua.pdf](https://boletimdosaneamento.com.br/wpcontent/uploads/2023/11/Guia_SASOMETagua.pdf). Acesso em: 28 nov. 2023.

<sup>11</sup>ARÊDE, R. S. C. **Proposição de integração de sistemas fotovoltaicos com solução alternativa de tratamento de água salta-z em área rural.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2020. Disponível em: <https://ppgca.unifap.br/wp-content/uploads/2021/07/Dissertacao-Raphael-Arede.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2023

<sup>12</sup>CERB – BA. **Manual de dessalinizador.** Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia, 2011. Disponível em: [http://www.cerb.ba.gov.br/sites/www.cerb.ba.gov.br/files/sala\\_de\\_imprensa/publicacoes/MANUAL%20DESSANILIZADOR\[1\].pdf](http://www.cerb.ba.gov.br/sites/www.cerb.ba.gov.br/files/sala_de_imprensa/publicacoes/MANUAL%20DESSANILIZADOR[1].pdf). Acesso em: 05 nov. 2023.



**CAPÍTULO 6 |**  
CONTROLE E VIGILÂNCIA  
DA QUALIDADE DA ÁGUA  
PARA CONSUMO  
HUMANO

Toda água destinada ao consumo humano proveniente de SAC ou, ainda, de SSAA, deve ser frequentemente monitorada para que seja assegurada a sua qualidade. Nesse sentido, surgem os conceitos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano.

**Controle de qualidade da água para consumo humano:** diz respeito ao conjunto de ações de monitoramento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos realizadas pelo responsável pela SAC ou SSAA e estabelecidos pela Portaria nº 888/2021, de forma a assegurar o fornecimento de água própria para o consumo humano<sup>1</sup>. Importante ressaltar que o responsável pelo abastecimento de água é o município, podendo ser o serviço prestado direta ou indiretamente.

**Vigilância da qualidade da água para consumo humano:** conjunto de ações realizadas pela autoridade de saúde pública responsável para verificar se a água proveniente de SAI, SAC ou SSAA está em conformidade com o estabelecido pela Portaria nº 888/2021, ou seja, assegurar que o consumo dessa água não apresente riscos à saúde humana<sup>1</sup>.

Nesse sentido, a compreensão de que apenas a instalação e operação dos SAI, SAC e SSAA são suficientes para fornecer água de qualidade à população necessitada é um pensamento equivocados, pois, apesar de essenciais, estas soluções sozinhas não são suficientes para a garantia da qualidade da água. Assim, todas as soluções de abastecimento de água, desde carro-pipa até SSAAs estão sujeitas a ações de vigilância da qualidade da água. Mesmo com a condução de um tratamento adequado, a água está sujeita a contaminações posteriores como, por exemplo, à existência de contaminantes nos reservatórios e tubulações de distribuição ou fissura nas redes e/ou reservatórios.

Assim, o monitoramento - em vários pontos - da água distribuída à população é extremamente importante, devendo existir um planejamento de realização de análises físico-químicas e microbiológicas na água, seguindo os padrões de potabilidade exigidos pelo Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 888/2021<sup>1</sup>.

## 6.1 | Procedimento para coleta e preservação de amostras de água

A forma como a água é coletada pode alterar o resultado das análises e favorecer a sua contaminação. Assim, para garantir a confiabilidade dos resultados analíticos, é importante que sejam seguidas as seguintes recomendações<sup>2</sup>:

- O responsável deve higienizar corretamente as mãos e antebraços antes da coleta, e somente após isso manusear o frasco. Os frascos para coleta das amostras de água devem ser fornecidos pelo laboratório responsável pela análise, pois passam por um procedimento de lavagem e esterilização, a fim de torná-los livres de contaminantes.
- Para realizar a coleta, o responsável deve remover cuidadosamente a tampa do frasco esterilizado, tomando precaução para evitar a contaminação da amostra pelos dedos ou outro material. Os frascos não devem ser colocados sobre superfícies que não foram higienizadas.
- Os frascos de coleta devem ser devidamente identificados quanto ao ponto de coleta exato (reservatório de água bruta ou tratada, cisterna, sistema de distribuição etc) e outras informações solicitadas na ficha como: endereço, data e hora.
- Durante o procedimento de coleta deve-se evitar falar, tossir ou espirrar próximo aos frascos de coleta.
- Finalizada a coleta, o frasco deve ser fechado imediatamente.

- As amostras de água coletadas devem ser acondicionadas em caixa térmica (isopor ou similar) e refrigeradas em gelo reciclável ou gelox, e devem chegar ao laboratório em até 24h após a coleta. As amostras coletadas podem ser estocadas em refrigeração a temperatura inferior a 10°C (nunca congeladas).
- Em caso de coleta de amostras diretamente em torneiras, deve-se dar preferência àquelas sem vazamentos, aeradores ou filtros e, antes da coleta, deve-se realizar a desinfecção da torneira com álcool 70% ou solução de hipoclorito de sódio. O procedimento de coleta em torneiras orienta que após a abertura deve-se deixar que a água escoe de um a dois minutos, ou tempo suficiente para eliminar a água anteriormente parada na tubulação e somente após isso realizar a coleta da amostra.

## 6.2 | Plano de amostragem

Em sistemas de abastecimento de água, o plano de amostragem é um documento com a definição dos pontos de coleta, número de amostras a serem coletadas e a frequência dessas coletas para análise da qualidade da água com base nos parâmetros exigidos pela Portaria nº 888/2021<sup>1</sup>.

Os responsáveis por SAC e SSAA devem elaborar **anualmente** e submeter para análise da autoridade municipal de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema e solução de abastecimento de água utilizada. A Vigilância Sanitária é o órgão de fiscalização que exige a comprovação da potabilidade da água.

O plano de amostragem vai depender do tipo de sistema/solução de abastecimento de água utilizado, bem como da sua configuração, principalmente no que diz respeito ao manancial abastecedor (superficial ou subterrâneo). A Portaria nº 888/2021 é a legislação a ser consultada para formulação do plano de amostragem, com base no tipo, configuração do sistema de abastecimento utilizado e população a ser abastecida.

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup>BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html). Acesso em: 31 out. 2023.

<sup>2</sup>BRASIL. Governo do Tocantins. **Manual de coleta para análises de água de consumo humano**. Secretaria de Estado da Saúde. Superintendência de vigilância e proteção à saúde. Diretoria do laboratório central de saúde pública. Disponível em: <https://central.to.gov.br/download/101968#:~:text=todo%20o%20sistema.-,6.2.1%20Coleta%20de%20%C3%A1gua%20para%20a%20An%C3%A1lise%20Microbiol%C3%B3gica,de%201%20ou%202%20minutos>. Acesso em: 31 out. 2023.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias alternativas individuais e comunitárias de abastecimento de água desempenham um papel vital na melhoria da qualidade de vida das atendidas. Fornecer água de forma contínua, com qualidade e em quantidade suficiente para o consumo da população rural, é um desafio que passa pela escolha da tecnologia apropriada para a realidade específica de cada localidade, além da correta manutenção e operação dos constituintes do sistema ou solução de abastecimento de água.

Com o intuito de contribuir para a temática e proporcionar melhores condições de vida para as populações residentes em áreas rurais, apresentamos neste Caderno os mananciais abastecedores, os parâmetros de qualidade da água para abastecimento humano e as principais tecnologias de abastecimento de água implantadas em áreas rurais, orientando sobre os procedimentos de manutenção e operação adequados desses sistemas e soluções de abastecimento de água.

Nesse cenário, para além da implantação dessas tecnologias, sua sustentabilidade a longo prazo é altamente dependente da organização e participação comunitária na sua gestão e operação. Dito isso, é de suma importância a realização de ações educativas voltadas para práticas de bom uso da água e capacitações técnicas acerca do funcionamento, operação e manutenção dos sistemas de abastecimento de água, já que para obter uma água segura para o consumo humano, a tecnologia de abastecimento deve ser operada corretamente. Comunidades que recebem, se apropriam e fazem uso adequado dessas tecnologias percebem o impacto transformador proporcionado pelo acesso à água potável e segura, melhorando a saúde e o bem-estar das pessoas beneficiadas.

Os sistemas e soluções de abastecimento de água promovem saúde, desenvolvimento social e econômico, sustentabilidade ambiental e qualidade de vida. A água é um direito humano, assim, cuidar e gerir adequadamente essas tecnologias é essencial para o progresso das populações beneficiadas. Cuidar da água é uma responsabilidade coletiva! A cooperação é essencial para o sucesso dos sistemas e soluções de tratamento implantados!









## FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

**MISSÃO:** Promover a saúde pública e a inclusão social por meio de ações de saneamento e saúde ambiental.

**VISÃO:** A Funasa, integrante do SUS, contribuindo para as metas de universalização do saneamento no Brasil, será referência nacional e internacional nas ações de saneamento e saúde ambiental.

**VALORES:**

- Agimos sempre com excelência;
- Valorizamos a integração e o trabalho em equipe;
- Nossa conduta é ética e transparente;
- Pensamos e agimos de forma sustentável;
- Valorizamos todos os saberes;
- Oferecemos mais a quem menos tem.

 <http://www.funasa.gov.br>

 [instagram.com/funasa\\_oficial](https://www.instagram.com/funasa_oficial)

 [facebook.com/funasaoficial](https://www.facebook.com/funasaoficial)

 [twitter.com/funasa](https://twitter.com/funasa)

 [youtube.com/Funasaoficial](https://www.youtube.com/Funasaoficial)



MINISTÉRIO DA  
SAÚDE



UNIÃO E RECONSTRUÇÃO