

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

Caderno Didático/Técnico para Curso de Gestão de Sistemas de Abastecimento de Água em áreas rurais do Brasil



FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

Caderno
Didático/Técnico
para Curso de Gestão de
Sistemas de Abastecimento de
Água em áreas rurais do Brasil

Funasa
Brasília, 2020



2020. 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 responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens dessa obra é da área técnica. A coleção institucional do Ministério da Saúde pode ser acessada, na íntegra, na Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde: <<http://www.saude.gov.br/bvs>>; e na Biblioteca Virtual do Departamento de Engenharia de Saúde Pública, no Portal da Fundação Nacional de Saúde: <<http://www.funasa.gov.br/site/publicacoes/>>

Tiragem: 1ª edição – 2020 – 400 exemplares

ELABORAÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E INFORMAÇÕES

Fundação Nacional de Saúde
Departamento de Engenharia de Saúde Pública (Densp)
Coordenação Geral de Cooperação Técnica em Saneamento (Cgcot)
Coordenação de Assistência Técnica à Gestão em Saneamento (Coats)
Setor de Rádio e Televisão Norte (SRTVN) - Quadra 701- Edifício PO 700 - Lote D - 2º andar - Asa Norte- Brasília/DF
CEP: 70.719-040
Telefone: (61) 3314-6615/
Home page: <http://www.funasa.gov.br>

COORDENAÇÃO

Patrícia Valéria Vaz Areal
Alexandra Lima da Costa

ELABORAÇÃO DE TEXTO

Allyson Sullyvan Rodrigues Silva (OPAS/Funasa)

EQUIPE TÉCNICA COATS

Grazielle Cândida Fernandes Marra
Rodrigo Luiz do Valle Simão
Neilton Santos Nascimento
Valdilene Silva Siqueira
Helena Christina de Araújo Galvão
Matheus Henrique Guedes Mendes

EDITOR:

Coordenação de Comunicação Social (Coesc/GabPr/Funasa)
Setor de Rádio e Televisão Norte (SRTVN) -
Quadra 701- Edifício PO 700 - Lote D - 2º andar - Asa
Norte- Brasília/DF CEP: 70.719-040
Telefone: (61) 3314-6440

Impresso no Brasil/*Printed in Brazil*

Ficha Catalográfica

Brasil. Fundação Nacional de Saúde.

Caderno didático técnico para curso de gestão de sistemas de abastecimento de água em áreas rurais do Brasil/
Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2020.
77 p.

ISBN : 978-65-5603-003-6

1. Saneamento Básico. 2. Abastecimento de Água. 3 Zona Rural. I. Título.

CDU.628.1

Catálogo na fonte – Divisão de Museu e Biblioteca – Funasa

Títulos para indexação

Em inglês: Didactic / Technical book for Course on Management of Water Supply Systems in rural areas of Brazil

Em espanhol: Cuaderno didático / técnico para el curso sobre gestión de sistemas de suministro de agua en zonas rurales de Brasil

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

Caderno Didático/Técnico para Curso de Gestão de Sistemas de Abastecimento de Água em áreas rurais do Brasil



Brasília – DF

2020

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

APP – Área de Preservação Permanente

Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente

ETA – Estação de Tratamento de Água

FiME – Filtração em Múltiplas Etapas

Funasa – Fundação Nacional de Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MS – Ministério da Saúde

NBR – Norma Brasileira

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONG – Organização Não Governamental

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PNSR – Programa Nacional de Saneamento Rural

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

Sesai – Secretaria Especial de Saúde Indígena

SUS – Sistema Único de Saúde

uT – Unidades de Turbidez

VMP – Valor Máximo Permitido

WHO – World Health Organization

SUMÁRIO

Apresentação	6
Capítulo 01. Introdução	8
A água no ambiente	10
O meio rural e a água	12
Saneamento e saúde	15
A importância dos serviços de abastecimento e tratamento de água	18
Padrões de potabilidade da água	18
Os sistemas e as soluções individuais de abastecimento de água	22
Capítulo 02. Gestão do abastecimento de água em áreas rurais	24
Gestão compartilhada dos serviços e soluções de abastecimento de água	26
Nível domiciliar	26
Nível local	27
Nível municipal	28
Nível intermunicipal	30
Capítulo 03. Alternativas tecnológicas para o abastecimento de água em áreas rurais	32
Captação	36
Adução	38
Tratamento	39
Filtração lenta	39
Filtração em múltiplas etapas	42
Tratamento convencional	43
Filtração em margem	46
Separação em membrana	48
Dessalinização solar	50
Desinfecção, fluoretação e correção do pH	51
Reservação e distribuição	54
Capítulo 04. Experiências de abastecimento de água em áreas rurais no Brasil	56
Central de Associações Comunitárias para Manutenção dos Sistemas de Saneamento – Bahia	56
Sistema Integrado de Saneamento Rural – Ceará	63
SAAE de Marechal Cândido Rondon – Paraná	69
Sanear Amazônia – Acre, Amapá, Amazonas e Pará	72
Referências	76

Apresentação

A Fundação Nacional de Saúde – Funasa, órgão executivo vinculado ao Ministério da Saúde – MS, possui a mais antiga e contínua experiência em ações de saneamento no Brasil, atuando em âmbito federal a partir de critérios epidemiológicos, socioeconômicos e ambientais, voltados para a promoção e proteção da saúde. Inserida no Sistema Único de Saúde – SUS, a Funasa respeita o pacto federativo nacional ao promover o apoio a Estados e Municípios na implantação de ações de saneamento para prevenção e controle de doenças, em busca da redução de riscos à saúde.

A promoção da saúde pública inicia-se com a construção de territórios saudáveis, por meio da concepção de políticas públicas que visam a garantia da qualidade de vida da população e através do desenvolvimento de ações para solucionar os problemas socioambientais e sanitários dos territórios urbanos e rurais. Essa construção se dará por meio da constituição de serviços apropriados de saúde e saneamento, de modo cooperativo e participativo entre as três esferas de governo e a sociedade civil.

Com base nesse contexto, a Funasa instituiu, na Portaria nº 3.069, de 21 de maio de 2018, o Programa Sustentar, fundamentado nas seguintes diretrizes orientadoras:

- 1) Fortalecimento institucional da Funasa por meio de oficinas de capacitação com ênfase na construção de estratégias para o desenvolvimento de ações articuladas e integrais e na formação de propagadores do conhecimento, facilitando a atuação do município nas áreas rurais e comunidades tradicionais.
- 2) Promoção, fomento e subsídio de medidas estruturantes em todas as ações desenvolvidas e/ou apoiadas pela Funasa em áreas rurais e comunidades tradicionais.

Dessa forma, o Caderno Didático/Técnico para Curso de Gestão de Sistemas de Abastecimento de Água em áreas rurais do Brasil foi produzido a partir da ótica da proposta de reformulação e ampliação do Programa Sustentar na Funasa. Portanto, o caderno é fundamentado na promoção da saúde ambiental para apoiar gestores públicos, técnicos municipais e o público em geral, no alcance da sustentabilidade dos serviços de abastecimento de água em territórios rurais.

01 Introdução



Objetivos do capítulo

- Realizar abordagem inicial sobre a contribuição da atividade de gestão no saneamento básico.
- Discutir sobre a finalidade e as consequências da construção de sistemas e soluções de abastecimento de água para consumo humano.

A gestão é de fundamental relevância na realização de qualquer atividade humana, seja ela no âmbito público ou privado, pois visa garantir que as ações sejam apropriadamente organizadas para manter os processos bem ajustados, identificando a disponibilidade de recursos e competências, analisando possíveis ameaças e oportunidades de expansão, estabelecendo metas e investimentos para obtenção de resultados mais eficientes e efetivos.

No setor do saneamento básico a gestão tem como finalidade coordenar medidas estruturantes que visem à melhoria e ampliação dos serviços oferecidos, compreendendo atividades de planejamento, regulação, fiscalização, prestação de serviços e controle social (BRASIL, 2014). Portanto, o aperfeiçoamento da atividade de gestão no saneamento básico contribui decisivamente para a universalização

do acesso, desenvolvimento do setor e a sustentabilidade da prestação dos serviços, de modo a resultar no alcance de metas em termos de saúde pública, desenvolvimento sustentável e proteção ambiental.

O desenvolvimento histórico do setor demonstra que o saneamento no Brasil ainda sofre os reflexos de anos de desfragmentação e descontinuidade na gestão das políticas públicas do setor como um todo. Atualmente, no país há uma grande diversidade de modelos de gestão da prestação dos serviços de saneamento básico para atendimento às áreas urbanas e rurais. Embora represente avanços, a diversidade institucional no setor até o presente momento não resultou em progressos significativos para a gestão dos serviços de saneamento básico (ROSSETTO; LERÍPIO, 2012). As intervenções do setor são marcadas pela ausência de continuidade ad-

ministrativa, a grande setorização e pulverização dos programas e objetivos da política de saneamento por diversas entidades do governo.

Embora haja uma diversidade de modelos para a gestão da prestação dos serviços é importante ressaltar que os municípios e o Distrito Federal são os titulares dos serviços públicos de saneamento básico, conforme o consenso jurídico de interpretação da Constituição Federal do Brasil de 1988 e o texto da Lei Federal nº 11.445/2007 e seu decreto regulamentador, Decreto nº 7.217/2010.

Nas zonas urbanas dos municípios, foi comum que essa responsabilidade fosse repassada, por meio de concessões, às companhias estaduais de abastecimento de água e esgoto ou empresas privadas, prestada diretamente pelas prefeituras ou indiretamente por meio de departamentos ou autarquias, geralmente denominados serviços autônomos de água e esgoto (SAAEs).

Enquanto as áreas rurais, por falta de interesse dos gestores públicos, disponibilidade de recursos e equipe técnica qualificada, geralmente não são abrangidas por prestadores de serviços de saneamento básico. A complexidade da provisão adequada dos serviços de saneamento e promoção da saúde nas áreas rurais está intrinsecamente ligada a fatores condicionantes locais, como: condicionantes

ambientais, político-institucionais, demográficos, legais e socioculturais, entre outros.

Desse modo, frente ao desafio de provisão de serviços adequados de saneamento em comunidades rurais é fundamental o desenvolvimento de competências técnicas e gerenciais nos técnicos municipais e moradores das comunidades, o investimento no suporte político e gerencial e a maior articulação entre os órgãos das três esferas de governo do país.

Assim, na esfera federal compete à Funasa o desenvolvimento de atividades e ações de apoio técnico e financeiro para a gestão dos sistemas de saneamento básico em municípios de até 50.000 habitantes, a partir de critérios epidemiológicos, socioeconômicos e ambientais. Ressalta-se a qualidade de “apoio” da ação, pois é reservado ao município o papel principal na gestão do saneamento básico em seu território. Ou seja, todas as ações da Funasa devem ser no sentido de fortalecimento do papel dos municípios e de suas respectivas comunidades, tendo como princípio orientador a construção de estratégias articuladas e na formação de propagadores do conhecimento, facilitando a atuação do município nas áreas rurais e comunidades tradicionais.

Essa visão culminou na institucionalização na Funasa do Programa Sustentar por meio da

Portaria nº 3.069, publicada em 21 de maio de 2018 (BRASIL, 2018a). O programa objetiva promover a sustentabilidade das ações e dos serviços de saneamento e saúde ambiental em áreas rurais e comunidades tradicionais, assim como fornecer diretrizes para atuação da própria Fundação nessas áreas. O processo de atuação nos municípios, estabelecido no Sustentar, ocorre por meio de oficinas de educação em saúde ambiental, de capacitação dos gestores municipais, técnicos e representantes das comunidades atendidas em gestão e nas atividades de operação e manutenção dos sistemas de saneamento básico.

A finalidade da capacitação de técnicos municipais e da comunidade rural na gestão das suas soluções de abastecimento de água é a formação de um grupo de trabalho local responsável por assegurar a prestação dos serviços implementados de modo sustentável. O processo deve envolver a comunidade nas ações educativas em saúde ambiental, integrando-os nas fases de planejamento, execução, manutenção e avaliação das intervenções de abastecimento propostas. Além disso, as intervenções propostas devem assegurar o acesso à água potável para toda

a comunidade atendida, sem discriminação, soluções física e economicamente acessíveis, de forma segura, higiênica, social e culturalmente aceitável, promovendo privacidade e dignidade (BRASIL, 2018c).

Portanto, este caderno tem como objetivo apresentar aos técnicos da Funasa ferramentas metodológicas para sensibilizar e capacitar os gestores municipais em sua tarefa de orientar a população rural.

A água no ambiente

A água é um recurso vital para a vida no planeta, reciclando-se pela ação do calor do sol e das forças de gravidade. O acesso à água de qualidade e em quantidade suficiente é fundamental à saúde e o bem-estar humano. Além disso, a água é um recurso de uso múltiplo essencial para diversas atividades como atividades agrícolas e industriais, criação de animais, navegação, geração de energia, conservação ambiental e lazer.

De toda a água existente na superfície terrestre, estima-se que 97% seja salgada em níveis não adequados ao nosso consumo direto nem à irrigação de culturas agrícolas (Figura 1). Desse modo, apenas cerca de 3% do volume de água do planeta é doce, sendo que 2,5% encontra-se congelada em geleiras. Assim, apenas 0,5% do volume total de água do planeta está disponível para o consumo humano, sendo somente uma pequena parcela de 0,97% disponível em mananciais superficiais como reservatórios, rios e lagos (BRASIL, 2015). Esses dados teóricos demonstram a grande importância que deve ser dada para a preservação da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos disponíveis no planeta.

Além de ser um recurso limitado, a água doce disponível é distribuída de maneira desigual pelo mundo, sendo alvo de intensas disputas. Uma parcela da população mundial tem água de qualidade em abundância e até a desperdiçam, enquanto uma grande maioria não tem



Figura 1 – Distribuição da quantidade de água no mundo.

Fonte: ANA (2017).

acesso à água com qualidade e quantidade adequadas, estando sujeita a diversos agravos de saúde.

A água existente no planeta não aumenta nem diminui, ou seja, quantitativamente, o volume é constante. Ela apenas se movimenta em um ciclo, alterando seu estado. Para entender melhor de onde vem e para onde a água vai, é preciso descrever esse caminho, chamado de ciclo hidrológico.

O ciclo hidrológico

Ciclo da água ou ciclo hidrológico: é o movimento contínuo que a água, presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera, faz pelo meio físico e pelos seres vivos do planeta

Essa movimentação e transformação são alimentadas constantemente por fatores como a ação da gravidade, as formas do relevo e pela energia solar, a qual ocasiona a evaporação das águas dos oceanos e dos continentes (rios e lagos), além da transpiração das plantas terrestres e animais para o ar (Figura 2). Na atmosfera, o vapor de água condensa formando as nuvens que, quando carregadas, provocam precipitações, que podem ser: chuva, granizo, orvalho ou neve. A água, então, retorna para a superfície, podendo seguir diferentes caminhos, como voltar para mares, rios e lagos ou infiltrar-se no solo.

A compreensão do ciclo é muito importante para o entendimento de fenômenos como a escassez extrema, seja ela devido ao consumo intenso ou devido à contaminação dos mananciais disponíveis.

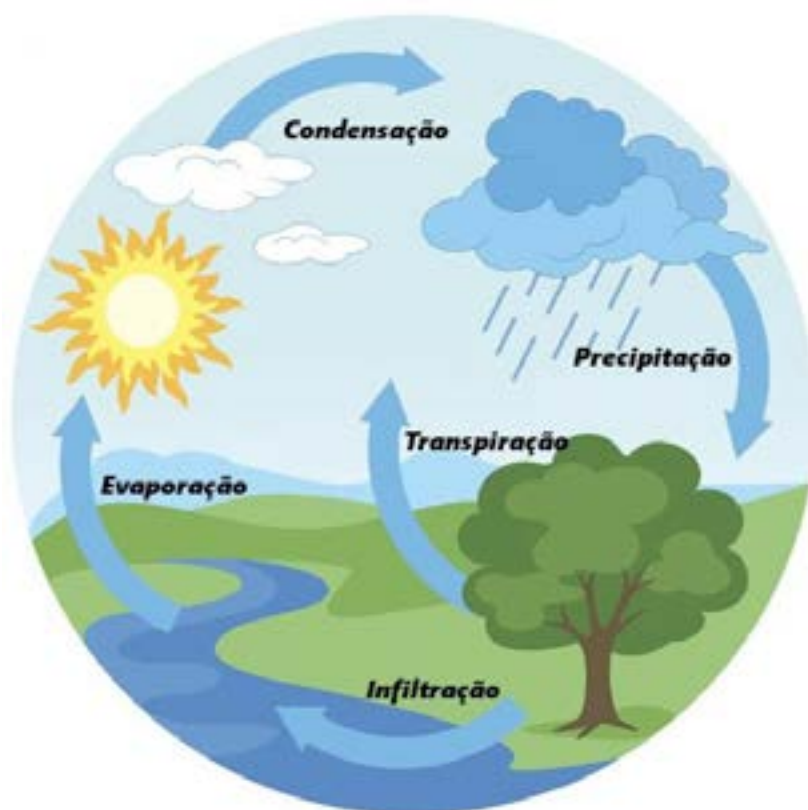


Figura 2 – Ciclo da água.
Fonte: Santos (S.d.).

O meio rural e a água

O conhecimento das características da região na qual pretende-se captar e distribuir água é fundamental para um bom planejamento e para o funcionamento adequado do sistema de abastecimento. Além disso, a gestão dos recursos hídricos demonstra que o desenvolvimento de todas as atividades de forma sustentável, dentro da região conhecida como "bacia hidrográfica" (Figura 3), é essencial para a preservação dos recursos naturais disponíveis (RECESA, 2007).

Bacia hidrográfica: toda a área de captação natural da água da chuva que escoam superficialmente para um único ponto, no local mais baixo do relevo, ou seja, na foz do curso de água

Os limites da bacia hidrográfica são definidos naturalmente pelo relevo, considerando-se como divisores das bacias as áreas mais elevadas do terreno (também conhecidos como divisores de águas ou espigões) (BRASIL,2015).



Figura 3 – Elementos de uma bacia hidrográfica.
Fonte: Santos (2010).

As bacias hidrográficas são formadas por afluentes de bacias menores, chamadas sub-bacias, as quais possuem áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km². A microbacia, por sua vez, possui toda sua área (inferior a 100 km²) com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia (FAUSTINO, 1996).

As microbacias são as regiões mais sensíveis aos efeitos de atividades comumente realizadas em áreas rurais, como a agricultura e a

criação de animais, além de atividades como loteamento para expansão urbana e a construção de estradas. Dessa forma, aponta-se uma relação direta entre as práticas de manejo e os impactos ambientais sobre a flora e fauna, a rede hidrográfica e os ciclos dos nutrientes.

O desenvolvimento de práticas agrícolas sem respeito ao meio ambiente tem como resultado a poluição do solo e das águas.

Fertilizantes sintéticos e os agrotóxicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas), usados em quantidades abusivas nas lavouras, poluem o solo e as águas dos rios e prejudicam os ecossistemas. A contaminação de um lençol freático por agrotóxicos, por exemplo, coloca em risco a vida da população que se beneficia da água subterrânea. Outro aspecto importante a ser considerado é que a falta de saneamento rural adequado, caracterizando-se pela disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos, também é uma das causas contribuintes para a contaminação dos mananciais de água.

Dessa forma, a melhoria da qualidade da água no meio rural passa por uma reformulação das atividades agropecuárias desenvolvidas, sempre procurando aperfeiçoar o uso de recursos como água e solo, e insumos como fertilizantes e agrotóxicos, a fim de atenuar os impactos. Aliado a isso, o atendimento da população rural por sistemas de abastecimento de água e de tratamento de esgotos, além do desenvolvimento de ações para a proteção dos mananciais, são medidas fundamentais na preservação do ambiente e na manutenção da qualidade de vida dos habitantes de áreas rurais.

Medidas de proteção dos mananciais

Nesse ponto, deve ser discutido que a conservação da vegetação próxima aos cursos d'água e das nascentes que os alimentam (áreas de preservação permanente), o uso e

a ocupação adequados do solo nas áreas das microbacias influenciam diretamente na preservação da qualidade e quantidade da água dos mananciais utilizados para abastecimento de água nas zonas rurais, além de contribuir para diminuir a velocidade das enxurradas e aumentar a infiltração de água no solo (RECESA, 2007).

Áreas de preservação permanente (APP):

são áreas protegidas, cobertas ou não, por vegetação nativa que estão localizadas ao longo das margens dos rios, córregos, lagos, lagoas, represas e nascentes que possuem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

A extensão dessas áreas é determinada pela legislação ambiental específica, ou seja, o código florestal brasileiro (Figura 4).

A proteção das áreas de preservação permanente não deve ser um compromisso apenas de agentes dos governos, mas toda a população deve entender a importância do compromisso da conservação ambiental para a preservação e restauração das funções ecológicas e sociais dos mananciais nas áreas urbanas e rurais.

Existem inúmeras técnicas para o processo de proteção dos mananciais, a seguir cita-se na Tabela 1 algumas medidas imprescindíveis:

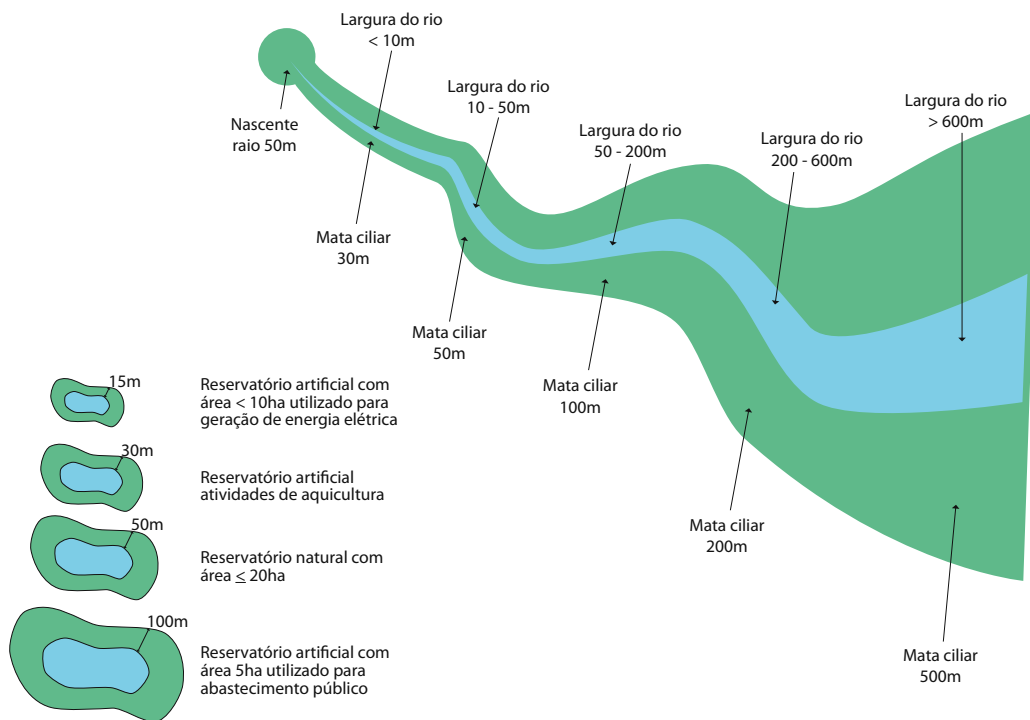


Figura 4 – Ilustração da Área de Preservação Permanente de um rio e de reservatórios artificiais ou naturais.
 Fonte: Atlas Digital das Águas de Minas *apud* Duft (2014).

Tabela 1 – Medidas de proteção de mananciais

Medidas de proteção	Ações e impactos
	<p>Conservação ou recomposição da vegetação ao redor de rios e em topos de morros.</p> <p>Além de conter o escoamento superficial, favorece a infiltração da água no solo, minimiza as perdas de água por evaporação e auxilia na melhoria da qualidade da água, em face da capacidade de filtro que o solo possui.</p>
	<p>Proteção de nascentes</p> <p>A proteção especial das nascentes é fundamental para a captação de água de qualidade, evitando a contaminação do manancial logo na sua origem, seja por partículas de solo ou por matéria orgânica oriunda das áreas circunvizinhas, atividades humanas e animais, entre outros.</p>
	<p>Controle da erosão hídrica</p> <p>A diminuição dos efeitos da enxurrada, por meio de sistema de terraceamento corretamente dimensionado, a readequação de estradas em bases conservacionistas e a contenção das águas pluviais do meio rural, são ferramentas fundamentais no controle da erosão hídrica</p>
	<p>Controle da contaminação ambiental</p> <p>O uso racional e a destinação correta de embalagens de agrotóxicos, o manejo adequado de pragas, o gerenciamento sustentável de resíduos sólidos, efluentes domésticos e industriais são práticas que auxiliam no controle da contaminação dos mananciais.</p>

Além disso, a legislação estabelece também os **padrões de classificação** dos corpos d'água para determinação da qualidade ambiental a ser mantida no curso d'água em função do seu uso estabelecido. Esses padrões são importantes para garantir os usos previstos nos corpos d'água e evita a ocorrência de conflitos pelo direito de usos da água.

Em nível nacional, esses padrões estão estabelecidos por resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama):

- **Resolução Conama nº 357/2005**, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes;
- **Resolução Conama nº 396/2008**, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas;
- **Resolução Conama nº 430/2011**, que dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução Conama nº 357/2005.

Saneamento e saúde

A saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico, estão vinculados a proteção dos mananciais superficiais, não devendo, portanto, ser afetados pela diminuição da quantidade e da qualidade das águas. O aumento gradativo da poluição das águas superficiais e subterrâneas em áreas rurais e suas consequências na qualidade de vida do homem do campo explicitam a importância da conscientização da população quanto à relação entre as ações de saneamento e a melhora da saúde pública.

Mas o que é saneamento? Qual o seu impacto na saúde pública?

O conceito de saúde adotado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é definido como:

Saúde: um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade¹.

A Funasa em suas publicações apresenta uma definição de "saneamento" vinculada ao conceito de saúde construído pela OMS:

Saneamento: o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem-estar físico, mental ou social².

Ressalta-se com essa discussão que, conforme essas definições, pretende-se, através de ações de saneamento, como o fornecimento de água com qualidade e quantidade adequadas, eliminar os riscos que o ambiente pode ocasionar sobre a saúde humana, atingindo um nível adequado de bem-estar físico, mental e social.

As doenças relacionadas às condições sanitárias inadequadas (esgoto, água e higiene), particularmente as doenças diarreicas, são as principais causas de morte e adoecimento da população, seja rural ou urbana. A maior parte dessas doenças são causada por microrganismos, que são organismos de pequenas dimensões que não podem ser observados a olho nu (é necessário o auxílio do microscópio para identificá-los), como bactérias, protozoários, vírus e helmintos. As figuras a seguir ilustram essas doenças, as formas de transmissão e prevenção.

1 Fonte: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=14401

2 Fonte: BRASIL, 2015



Figura 5 – Doenças de transmissão por via feco-oral.
Fonte: Adaptado de Barros et al. (1995).



Figura 6 – Doenças associadas à água: abastecimento de água insuficiente.
Fonte: Adaptado de Barros et al. (1995).

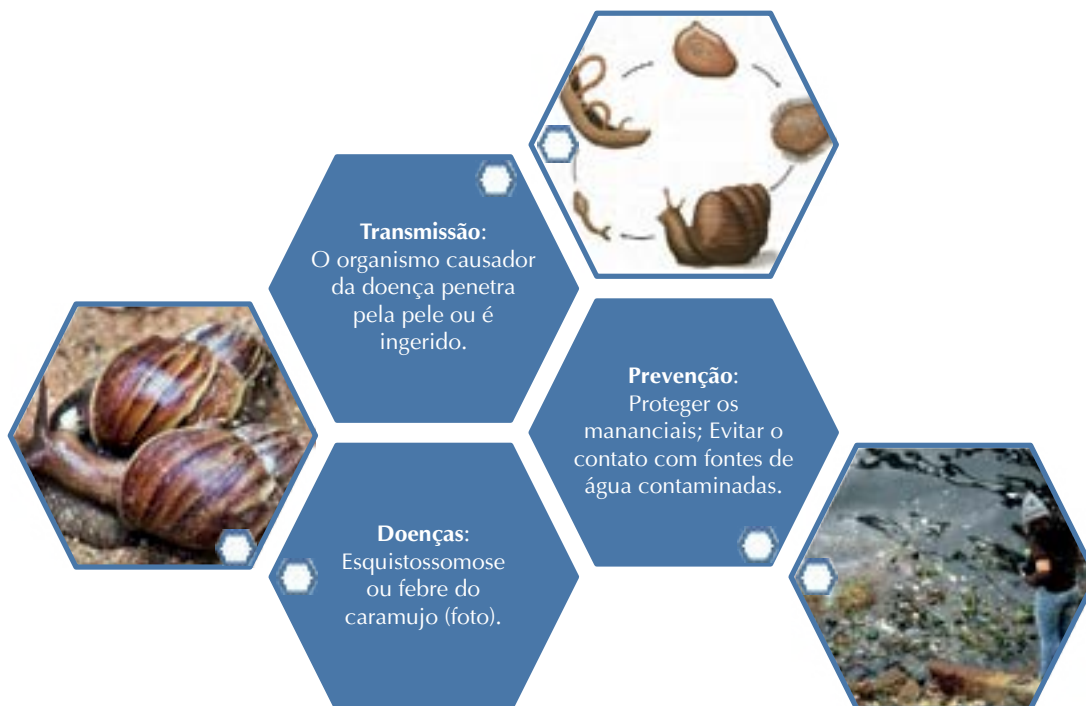


Figura 7 – Doenças associadas a água: uma parte do ciclo de vida do agente patogênico ocorre em um animal aquático.
Fonte: Adaptado de Barros et al. (1995).

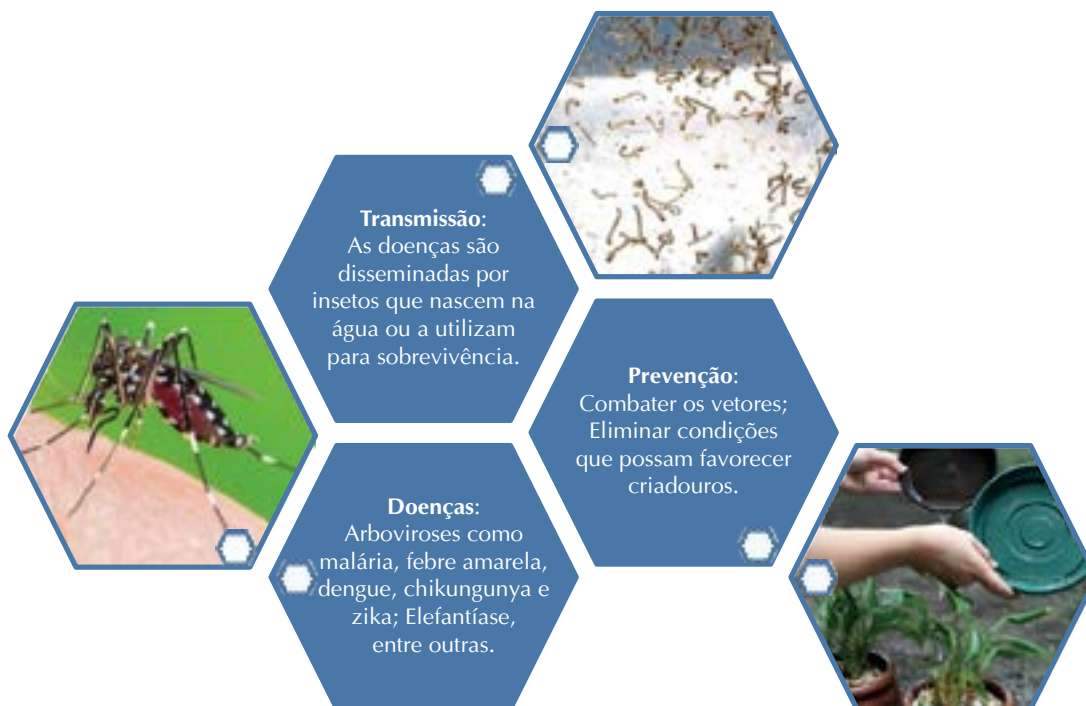


Figura 8 – Doenças transmitidas por vetores que se relacionam com a água.
Fonte: Adaptado de Barros et al. (1995).

A importância dos serviços de abastecimento e tratamento de água

Conforme as diretrizes nacionais para o saneamento básico, expressas na Lei nº 11.445/2007, o abastecimento de água é “constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição” (BRASIL, 2007).

A maioria da população dos centros urbanos tem acesso a água tratada, enquanto, no meio rural é bem comum a ocorrência de situações de distribuição de água sem qualidade para o consumo. Além de atender necessidades humanas básicas de saúde, o acesso adequado ao abastecimento de água é fundamental para a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento socioeconômico sustentável das comunidades rurais.

O quadro a seguir resume os objetivos do acesso às soluções adequadas de abastecimento e tratamento de água em uma comunidade rural (SENS, 2014):

Finalidades do tratamento da água

- **Higiênicas:** remoção de bactérias, protozoários, vírus, e outros microrganismos, substâncias tóxicas, redução do excesso de impurezas e dos teores elevados de compostos orgânicos.
- **Estéticas:** remoção de cor, turbidez, odor e sabor.
- **Econômicas:** redução da corrosividade, dureza, cor, turbidez, ferro, manganês, odor e sabor.

À medida em que cresce a demanda por água higiênica, estética e economicamente acei-

tável em áreas rurais, a disponibilidade desse recurso vai se tornando cada vez menor e suas fontes de captação mais sujeitas à contaminação. Entre os fatores responsáveis por essas situações destaca-se a expansão urbana não planejada, o uso de métodos de produção agropecuária sem respeito ao meio ambiente e o lançamento dos rejeitos de indústrias sem tratamento.

Com o crescimento da degradação ambiental, até as nascentes, rios e lagos utilizados para captação de água nas áreas rurais mais isoladas podem conter impurezas, comuns a mananciais em áreas urbanas. Esses contaminantes podem ser líquidos, gases e partículas sólidas, visíveis ou não a olho nu. As soluções de tratamento removem os contaminantes da água através de processos físicos, químicos ou biológicos, distribuindo para a comunidade um volume de água tratada, em conformidade com os padrões prescritos pela legislação ambiental.

Padrões de potabilidade da água

Toda a água utilizada para o consumo humano deve ser tratada de forma adequada, conforme padrão de potabilidade estabelecido em normas do Ministério da Saúde³. Assim conforme esses normativos (BRASIL, 2017), todo o volume de água distribuído coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade. A água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, também está sujeita à vigilância da sua qualidade.

3 Atualmente, os procedimentos do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade estão dispostos no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde.

Nesse ponto é importante a apresentação dos conceitos de “água para consumo humano”, “água potável” e “padrão de potabilidade”:

Água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nas normas do Ministério da Saúde e que não ofereça riscos à saúde.

Água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem.

Padrão de potabilidade: resume o conjunto de características que a água deve apresentar para ser utilizada pela população sem apresentar riscos a sua saúde.

Assim, a portaria de qualidade da água estabelece os Valores Máximos Permitidos (VMP) de uma série de substâncias com objetivo de obtermos ao final dos sistemas de tratamento uma água potável. Resumidamente, o padrão de potabilidade é composto por alguns parâmetros, separados por aspectos físicos (Tabela 2), químicos (Tabela 3) e biológicos (Tabela 4), como os descritos a seguir:

Tabela 2 – Parâmetros físicos de qualidade de água

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS
Turbidez	
	A turbidez ocorre quando a água contém sólidos em suspensão, geralmente visíveis a olho nu. Esses sólidos podem ser adicionados à água pela própria natureza (partículas de solo e matéria orgânica) ou pelo homem, quando joga esgoto, lixo e outros detritos nos mananciais. As partículas causadoras de turbidez podem abrigar organismos que provocam doenças no homem, como o vírus e bactérias. O nome dado ao equipamento com que se mede a turbidez é turbidímetro. O valor da turbidez é expresso em unidade de turbidez (uT).
Cor	
	A cor tem origem nos sólidos que estão dissolvidos na água. Semelhante à turbidez, a cor também pode ser de origem natural (decorrente, por exemplo, da decomposição de plantas, animais ou rochas) ou causada pelo homem (quando se lança esgoto ou outros detritos no corpo d'água). Essas substâncias dissolvidas na água podem ou não apresentar risco à saúde, mas mesmo que não ofereça risco à saúde, a coloração provoca rejeição da água pelo consumidor, que pode passar a usar uma fonte de água pouco confiável. Entre os métodos utilizados para medir a cor, podem-se citar a comparação visual e o colorimétrico. A cor é expressa em unidade de cor (uH).

Fonte: RECESA, 2007; RECESA, 2008.




Os parâmetros químicos são representados pelo pH e por diversas substâncias, utilizadas no tratamento da água, que devem ser monitoradas antes e depois do tratamento, com objetivo de garantir a qualidade da água

que será distribuída à população (Tabela 3). Além dessas substâncias, destacam-se também aquelas que podem estar presentes naturalmente ou por ação humana como ferro, manganês, cálcio, etc. Entretanto essas subs-

tâncias em excesso também podem ser prejudiciais ao sistema de tratamento e à saúde humana. Outros produtos químicos são ainda

mais tóxicos e difíceis de serem removidos da água, como metais pesados, pesticidas e outros.

Tabela 3 – Parâmetros químicos de qualidade de água

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS
	<p style="text-align: center;">pH</p> <p>A medida do potencial hidrogeniônico indica se uma água é ácida, neutra ou básica. A escala do pH pode variar de 0 até 14, sendo que, quanto menor o valor do pH de uma substância, mais ácida essa substância será. O controle do pH é muito importante durante as etapas do tratamento e do abastecimento de água. Águas de pH muito baixo provocam corrosão em tubulações e reservatórios, enquanto as de pH muito alto provocam formação de crostas. Danos às redes tornam a água distribuída vulnerável à contaminação por agentes externos. O pH da água distribuída para consumo após o tratamento não deve ser menor que 6,0 ou maior que 9,0. O pH pode ser medido por equipamentos como o pHmetro.</p>
	<p style="text-align: center;">Cloro</p> <p>Os compostos com cloro inativam os microrganismos causadores de doenças em um processo chamado de desinfecção. O cloro (em suas diversas formas) é o desinfetante químico mais difundido no tratamento de água (seja água superficial ou subterrânea). A utilização do cloro permite uma facilidade operacional com custo razoável, além de formar compostos que permanecem na água. Por essa razão são estabelecidos valores mínimos de compostos de cloro em toda o sistema de distribuição (cloro residual).</p>
	<p style="text-align: center;">Flúor</p> <p>A presença de flúor na água tem como objetivo colaborar na prevenção da cárie dental, melhorando a saúde bucal da população. Fluoretos podem ocorrer naturalmente na água ou podem ser adicionados a ela durante o tratamento. Deve-se ter cautela com o uso de compostos de flúor, pois, se eles não forem utilizados na medida correta, poderão fazer mal à saúde. O excesso de flúor pode causar a fluorose dental (manchas nos dentes) e problemas nos ossos e nas articulações.</p>

Fonte: RECESA (2007); RECESA (2008).

Os parâmetros biológicos são utilizados para o monitoramento da presença de organismos, na água a ser distribuída, capazes de provocar doenças, como vírus e bactérias (Tabela 4). Além dos parâmetros indicadores

de contaminação biológica, é imprescindível estar atento à presença de algas, as quais em excesso podem comprometer o tratamento da água e liberarem toxinas na água a ser tratada.

Tabela 4 – Parâmetros biológicos de qualidade de água

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS
Coliformes totais	
	Grupo de bactérias que inclui espécies de coliformes com origem não-exclusivamente fecal, podendo estarem presentes naturalmente na água, no solo e em plantas. Os coliformes totais são utilizados como indicador da eficiência do tratamento (sobretudo da desinfecção), de modo que sua ausência atesta a qualidade da água tratada, e da integridade do sistema de distribuição e nos reservatórios.
Escherichia coli	
	Bactéria abundante em fezes humanas e de animais. Reconhecidos como indicadores mais precisos de contaminação fecal recente. A sua ocorrência na água distribuída para a população é uma indicativa da provável presença de outros microrganismos causadores de doenças, como as diarreias e gastroenterites. Em áreas rurais é comum que os animais bebam diretamente da água dos rios e lagos e acabem contaminando o manancial ao depositarem as fezes em sua proximidade.

Fonte: RECESA (2007); RECESA (2008).

Conforme a legislação, os parâmetros descritos acima são monitorados pelos responsáveis pelo controle e pela vigilância da qualidade de água dentro dos municípios.

Controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção dessa condição.

Vigilância da qualidade da água para consumo humano: conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento da portaria de qualidade de água, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana.

Portanto, o controle da qualidade da água para consumo humano deve ser realizado pelo prestador do serviço em todas as suas ações, como operação do sistema, monitoramento, manutenção, etc. A vigilância da qua-

lidade da água para consumo humano é uma ação de responsabilidade do setor de saúde, dentro dos municípios geralmente compete às Secretarias de Saúde Municipal.

Os sistemas e as soluções individuais de abastecimento de água

Em regra, o principal objetivo do tratamento de água é retirar dela as impurezas (visíveis ou não) e torná-la potável, ou seja, transformar a água impura em uma água que possa ser consumida sem causar danos à saúde humana.

Um sistema de abastecimento de água é composto por equipamentos, operações e serviços divididos em etapas, que vão desde a captação no manancial de água, passando pelo tratamento físico e químico em Estações de

Tratamento de Água – ETA, até a distribuição da água potável para diversos fins (Figura 9).

Ressalta-se que o sucesso do sistema de abastecimento está atrelado em grande parte a uma boa escolha da fonte de captação de água bruta. Nessa etapa de seleção deve-se procurar os mananciais de melhor acesso e que possam atender à demanda crescente de água pelo maior tempo possível, considerando futuras ampliações. Além disso, deve-se levar em conta a variação da qualidade da água, levando-se em conta nesse caso a qualidade da água nas estações de chuva e de seca (SENS, 2014).

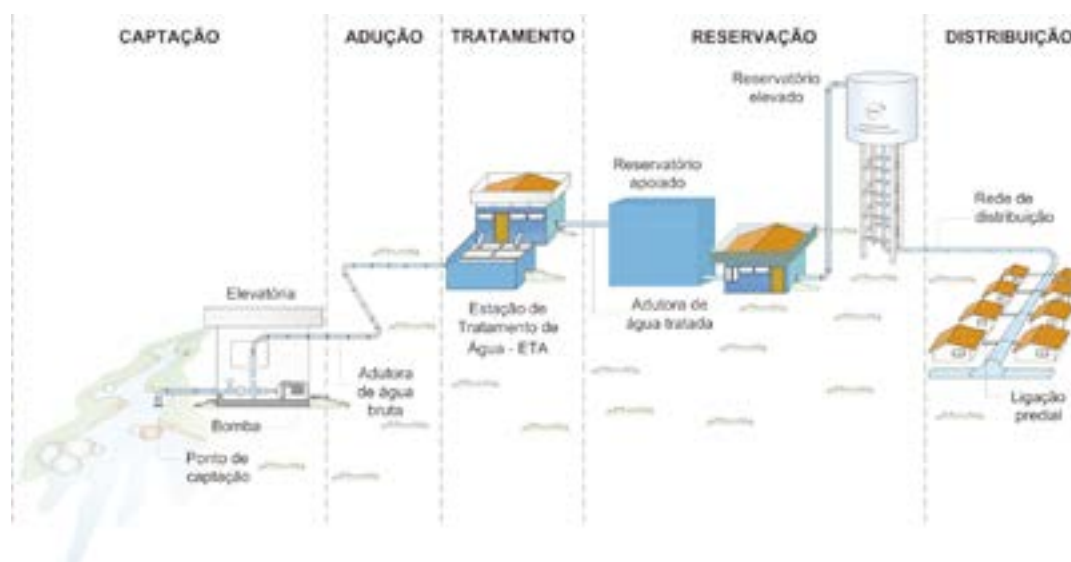


Figura 9 – Sistema coletivo de abastecimento de água.
Fonte: Brasil (2015).

Resumidamente, as técnicas de tratamento de água podem ser agrupadas em três categorias conforme RECESA (2008):

- 1) as que filtram a água rapidamente em um meio granular (areia ou areia e antracito);
- 2) as que filtram a água lentamente em um meio granular (em geral, areia);
- 3) as que tratam as águas por meio de tecnologias mais sofisticadas e menos comuns.

Em sistemas de abastecimento de água em áreas rurais, que contam com a etapa de distribuição da água por tubulações coletivas, deve-se ter uma fiscalização constante a fim de se evitar as perdas de água. Em todas as etapas de um sistema de abastecimento é possível ocorrerem vazamentos e desperdícios, mas a etapa de distribuição é a mais provável de apresentar os maiores valores de perda de água. Em geral, essas perdas ocorrem devido à falta de manutenção adequada da rede, aos roubos de água pelos usuários ("gatos") ou mesmo pela negligência com os

vazamentos por parte dos moradores. Além disso, em áreas rurais deve-se ter uma atenção constante com a integridade da tubulação, visto que em sua maioria são tubulações de PVC ou mangueiras de polietileno de alta densidade (PEAD) de pequeno diâmetro, mais sujeitas ao rompimento quando submetidas a pressões elevadas.

Com relação à etapa de reservação da água, as principais recomendações relacionam-se com as possibilidades de contaminação da água. Entre as medidas adotadas para proteção da qualidade da água armazenada, destacam-se: a manutenção de um teor mínimo de cloro residual, uma rotina de limpeza

adequada e a fiscalização da integridade dos reservatórios.

Nas pequenas comunidades rurais ou naquelas mais dispersas pode-se optar pela construção de uma solução alternativa coletiva de abastecimento de água. A solução alternativa destina-se a fornecer água potável a partir de uma captação subterrânea (poço raso ou profundo) ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição (Figura 10). A solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano, por sua vez, destina-se a atender domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares (BRASIL,2015).

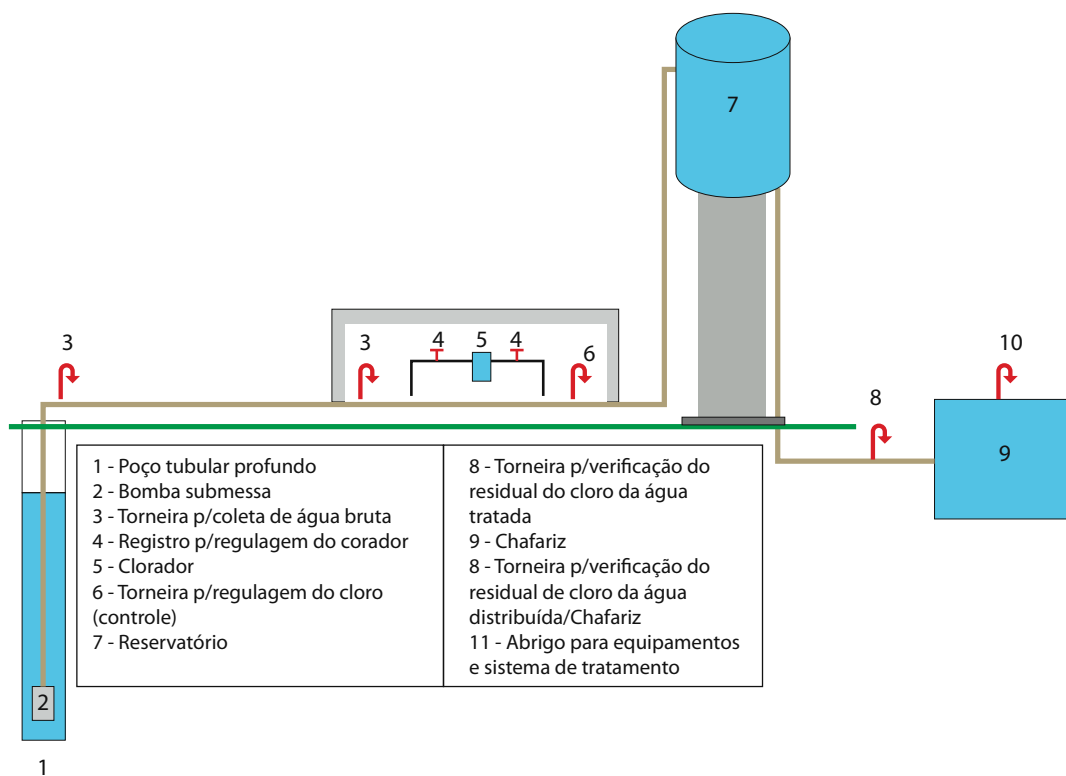


Figura 10 – Exemplo de sistema simplificado de abastecimento de água implantado pela Fundação Nacional de Saúde.

Fonte: Acervo Funasa.

Em geral, a qualidade da água captada em poços tubulares profundos está próxima daquilo que é adequado para o consumo humano. Desse modo, em muitos casos, em áreas rurais é necessário apenas um tratamento

de desinfecção da água para inativação dos microrganismos causadores de doenças. Ressalta-se, no entanto, que isso não dispensa os cuidados com o monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água captada.

02 Gestão do abastecimento de água em áreas rurais



Objetivos do capítulo

- Descrever as funções de gestão dos serviços públicos de abastecimento de água.
- Propor o modelo de gestão compartilhada dos serviços e soluções de abastecimento de água do Programa Sustentar.

As funções de gestão para os serviços de saneamento, conforme a Lei Federal nº 11.445/2007 e o Decreto nº 7.217/2010, compreendem o planejamento, a regulação, a prestação dos serviços e a fiscalização (Figura 11). Todas essas funções devem assegurar o controle social, outro dos princípios fundamentais que deve reger os serviços públicos de saneamento básico no país. De

acordo com a Lei nº 11.445/2007, os mecanismos e procedimentos de controle social devem garantir à sociedade informações, representações técnicas e participação nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico (BRASIL, 2007).

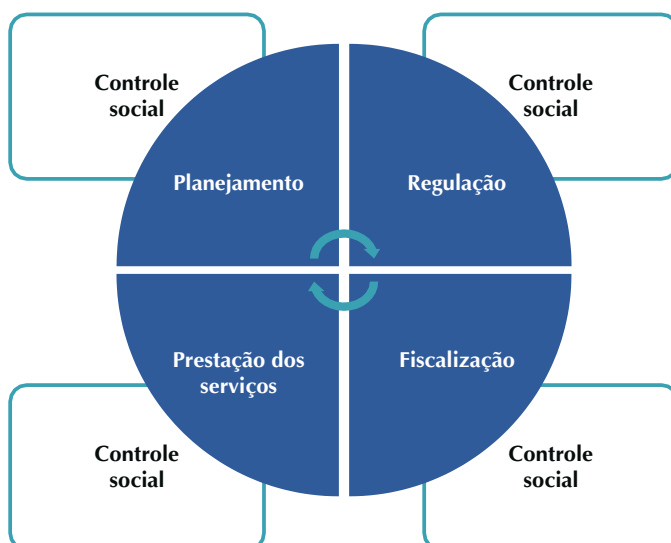


Figura 11 – Funções da gestão dos serviços de saneamento básico.

Ainda conforme a Lei Federal nº 11.445/2007 e o Decreto nº 7.217/2010, as funções de gestão dos serviços públicos de saneamento podem ser definidas da seguinte forma:

- **Planejamento:** as atividades atinentes à identificação, qualificação, quantificação, organização e orientação de todas as ações, públicas e privadas, por meio das quais o serviço público deve ser prestado ou colocado à disposição de forma adequada.
- **Regulação:** todo e qualquer ato que discipline ou organize determinado serviço público, incluindo suas características, padrões de qualidade, impacto socioambiental, direitos e obrigações dos usuários e dos responsáveis por sua oferta ou prestação e fixação e revisão do valor de tarifas e outros preços públicos.
- **Fiscalização:** atividades de acompanhamento, monitoramento, controle ou avaliação, no sentido de garantir o cumprimento de normas e regulamentos editados pelo poder público e a utilização, efetiva ou potencial, do serviço público.
- **Prestação de serviço público de saneamento básico:** atividade, acompanhada ou não de execução de obra, com objetivo de permitir aos usuários acesso a serviço público de saneamento básico com características e padrões de qualidade determinados pela legislação, planejamento ou regulação.

Com relação à gestão da prestação do serviço público de saneamento, é importante

ressaltar que a Lei nº 11.445/2007 considera no Art. 5º que “*não constitui como serviço público a ação de saneamento executada por meio de soluções individuais, desde que o usuário não dependa de terceiros para operar os serviços, bem como as ações e serviços de saneamento básico de responsabilidade privada, incluindo o manejo de resíduos de responsabilidade do gerador*” (BRASIL, 2007).

Com base nesse contexto, conforme o documento orientador do Programa Sustentar (BRASIL, 2018c), a proposta do programa “incorpora a compreensão da gestão dos serviços de saneamento, com todos os aspectos inter-relacionados – social, econômico, ambiental, educativo e participativo”. Além disso, procura-se no programa atuar de forma sistêmica, fortalecendo os municípios na concepção de gestão compartilhada e integrada coletivamente com a comunidade. Salienta-se que o suporte à gestão preconizado pelo Programa Sustentar abrange as atividades de gestão da prestação dos serviços públicos e soluções de saneamento.

As outras funções da gestão devem ser trabalhadas em articulação com outros programas da instituição e de outros órgãos governamentais.

Desse modo, o Programa Sustentar propõe que os técnicos das Superintendências Estaduais da Funasa estejam capacitados para apoiar os municípios de seu estado no desenvolvimento de ações de gestão da prestação dos serviços de abastecimento de água

nas áreas rurais e comunidades tradicionais, de forma integral e articulada com a gestão municipal.

Gestão compartilhada dos serviços e soluções de abastecimento de água

Com relação à gestão dos serviços e soluções de saneamento, o Programa Nacional de Saneamento Rural – PNSR propõe a gestão multiescalar. Na visão proposta, “cada setor da sociedade, do usuário ao Poder Público Federal, detém responsabilidades sobre ações e políticas desenvolvidas” para a prestação adequada dos serviços e soluções de saneamento (BRASIL, 2018b).

O documento orientador do Programa Sustentar propõe, por sua vez, que os modelos de gestão da prestação dos serviços e soluções: i) sejam compatíveis à realidade dos municípios e das comunidades rurais; ii) propiciem o compartilhamento de responsabilidades entre os usuários e os entes públicos; e, iii) oportunizem o fortalecimento da capacidade dos municípios em atuar em saneamento e saúde ambiental nas áreas rurais. Desse modo, o Programa Sustentar aponta que:

“Todas as ações devem ser no sentido de fortalecimento do papel dos municípios e de suas respectivas comunidades, tendo como princípio orientador a participação nas atividades propostas e do comprometimento em assumir responsabilidades, de forma a assegurar a prestação dos serviços implementados de modo contínuo e seguro” (BRASIL, 2018c).

Além da atuação dos gestores municipais, deve-se observar que a participação dos moradores, no que lhes concerne, através das associações comunitárias e movimentos sociais na gestão da prestação dos serviços e soluções, isso é, de modo articulado e organizados como grupos, amplia o acesso ao saneamento, além de permitir o desenvolvimento da dimensão da educação e democracia nas áreas rurais.

Sobre a estrutura organizacional, o Sustentar estabelece que as ações devem ser executadas em rede, de modo a capacitar e incentivar a atuação municipal, por meio da estrutura estabelecida pelo Sistema Único de Saúde. Nesse sentido, os técnicos da Funasa desempenharão sua função a partir de uma ótica de trabalho articulado com a esfera municipal de governo, os setores organizados da sociedade civil e os movimentos sociais (BRASIL, 2018c)

Com base nesses princípios, denota-se que a gestão compartilhada e o trabalho articulado propostos no Programa Sustentar assemelham-se à gestão multiescalar disposta no Programa Nacional de Saneamento Rural. Além disso, ressalta-se que o documento orientador do Sustentar estabelece que o programa seja “*um dos potenciais instrumentos da Funasa para alcançar as metas previstas no PNSR*” (BRASIL, 2018c). Diante do exposto, utiliza-se neste caderno do paradigma multiescalar estabelecido no PNSR como retratado na Figura 12.

Nível domiciliar

A conservação e manutenção dos sistemas ou soluções individuais de abastecimento de água depende diretamente da postura proativa dos moradores das comunidades rurais em relação aos próprios problemas. Desse modo, no Programa Sustentar o morador é visto como sujeito histórico e de direitos que se torna protagonista de sua própria história e assume aquilo que é seu, se envolve na implementação e continuidade das ações (BRASIL, 2018c).

O PNSR estabeleceu de modo semelhante a figura do “**operador domiciliar**”, o qual terá como responsabilidades “*colaborar nas atividades de operação e manutenção rotineira das soluções no nível do domicílio*” (BRASIL, 2018b). Como demonstrado na Tabela 5 essa colaboração deve ocorrer em diversos processos e atividades. Assim, para mate-

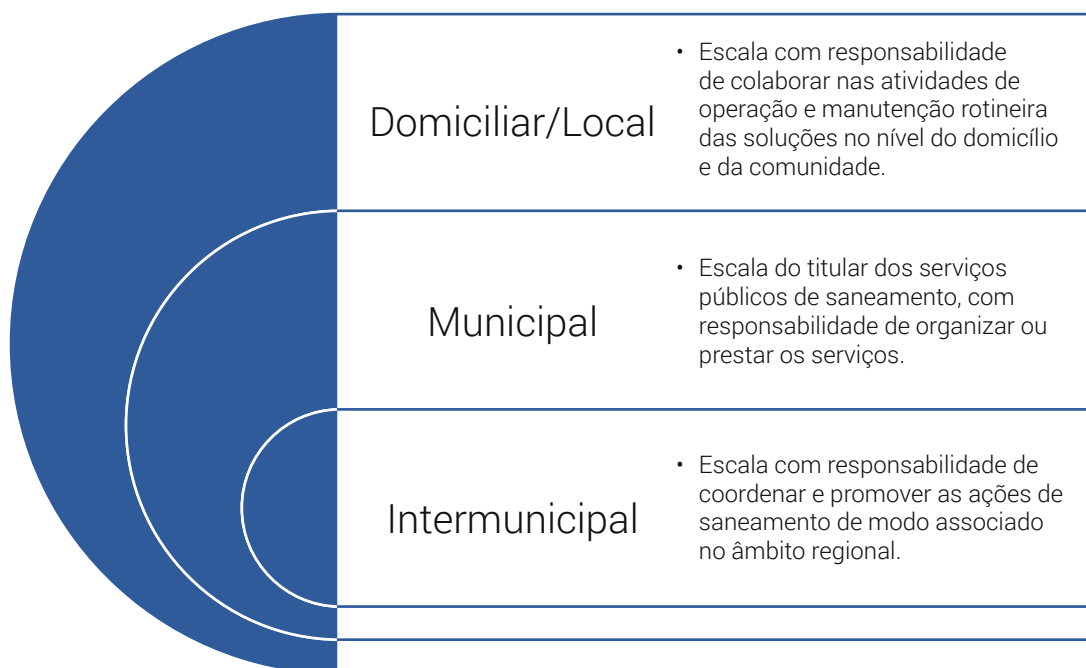


Figura 12 – Gestão multiescalar do saneamento rural proposta no Programa Nacional de Saneamento Rural.
Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

rialização desse nível de participação e apropriação, o Programa Sustentar deve fomentar a construção conjunta de valores, saberes, conhecimentos técnicos e práticas cotidia-

nas, que estão estabelecidas na proposta pedagógica das oficinas de educação em saúde ambiental.

Tabela 5 – Funções do operador domiciliar de abastecimento de água

Operador Domiciliar	Atividades de operação e manutenção no nível do domicílio	Conservação e bom uso da infraestrutura instalada.
		Planejamento e controle de qualidade das soluções e serviços.
		Pagamento de tarifas previamente acordadas.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Isso posto, é importante aqui ressaltar que tanto o Sustentar como o PNSR estabelecem que é responsabilidade das instituições públicas e prestadores de serviços o papel de apoio dessas ações, particularmente onde se faz necessário um “*conhecimento técnico, tais como o monitoramento do funcionamento e das condições físicas e estruturais das instalações e o controle da qualidade da água*” (BRASIL,2018b).

Nível local

A possibilidade de articulação entre os principais atores dos serviços, principalmente dos gestores municipais com os cidadãos, por meio de suas estruturas organizacionais (associações comunitárias, comissões, sindicatos, comitês, etc.), contribui para a democratização na gestão e na busca da sustentabilidade dos serviços de abastecimento de água. A gestão compartilhada oferece a oportunidade para que o poder de decisão das

comunidades seja manifestado nas assembleias das associações comunitárias.

Nesse sentido, o Programa Sustentar prevê que *“em relação às comunidades onde serão implantados os serviços e ações, a Funasa estimulará a formação de associações ou organizações sociais legitimadas onde não houver, e o fortalecimento das que existirem, quando se fizer necessário”* (BRASIL, 2018c). Ressalta-se aqui a compreensão de que os projetos de abastecimento de água precisam considerar os aspectos de organização e participação comunitária localmente desde o início das ações, construindo assim as bases de sustentação para a apropriação dos futuros usuários.

O envolvimento da comunidade é fundamental para garantir que as soluções dos projetos

de abastecimento adotadas sejam adaptadas às necessidades e características locais. Assim, após o nível domiciliar, o PNSR estabelece a figura do **“operador local”**, o qual é peça chave para o sucesso de qualquer ação na comunidade. A escolha de um operador local, devidamente instruído e apoiado pelo nível municipal de gestão, contribui para a continuidade das ações mesmo frente as constantes mudanças de gestão dos municípios (BRASIL, 2018b).

Ainda conforme estabelecido no PNSR, destaca-se que o operador local pode possuir responsabilidades diferentes, de acordo com a alternativa tecnológica de tratamento e distribuição da água utilizada na comunidade, como demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Funções do operador local de abastecimento de água

Operador Local	Soluções individuais de abastecimento de água	Instruir e dar apoio aos usuários e operadores domiciliares no uso das soluções.
		Monitoramento da eficiência e do desempenho das soluções individuais com certa regularidade.
		Executar ações preventivas e manutenções simples, conservando registros das situações vivenciadas.
	Sistemas coletivos de abastecimento de água	Funções inerentes ao funcionamento de sistemas coletivos implantados em áreas urbanas.
		Manter práticas de operação e manutenção do tratamento preliminar e secundário.
		Monitorar e operar leitos de secagem de lodo dos sistemas de tratamento.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Nível municipal

A gestão de sistemas ou soluções de abastecimento de água por organizações ou cooperativas de usuários é autorizada, segundo o Art. 10 da Lei nº 11.145/2007, desde que se limitem à *“localidade de pequeno porte, predominantemente ocupada por população de baixa renda, onde outras formas de prestação apresentem custos de operação e manutenção incompatíveis com a capacidade*

de pagamento dos usuários” (BRASIL, 2007). Entretanto, sem apoio técnico profissional externo no longo prazo é frequente que os gestores comunitários encarem muitos problemas (sejam eles financeiros, técnicos ou administrativos) em manter os serviços.

Portanto, o Programa Sustentar defende em suas ações que a esfera municipal de gover-

no, como titular dos serviços de saneamento, é o ente público mais adequado para garantir o apoio necessário aos operadores locais para a garantia da prestação dos serviços públicos de saneamento nas comunidades rurais. Dessa forma, para todas as ações desenvolvidas e/ou apoiadas pela Funasa no âmbito do Sustentar, o Programa estabelece um Acordo de Cooperação Técnica (modelo em anexo) com o município e outros atores intervenientes, quando for o caso, no qual serão estabelecidas as responsabilidades das partes envolvidas (BRASIL,2018c).

Entretanto, como as ações do Sustentar estão alinhadas com a Lei nº 11.445/2007, o gestor municipal pode escolher autorizar a delegação dos serviços de saneamento em seu território e definir a instituição responsável pela sua prestação, regulação e fis-

calização. Isso posto, a matriz da Figura 13 demonstra resumidamente a tipologia dos principais prestadores de serviços de saneamento básico no país.

Independentemente do modelo de gestão adotado, a prestação dos serviços de abastecimento de água requer estrutura mínima de apoio aos operadores locais (BRASIL, 2018b). A ausência de apoio (administrativo e financeiro) externo às comunidades é um dos grandes entraves na sustentabilidade de projetos comunitários de saneamento rural. Diversos exemplos de projetos nas áreas rurais demonstram o caráter imprescindível da criação e manutenção de uma estrutura administrativa local. O apoio da gestão municipal visa não somente garantir uma fonte de recursos a comunidades vulneráveis, mas também auxiliá-las com técnicas e processos gerenciais.

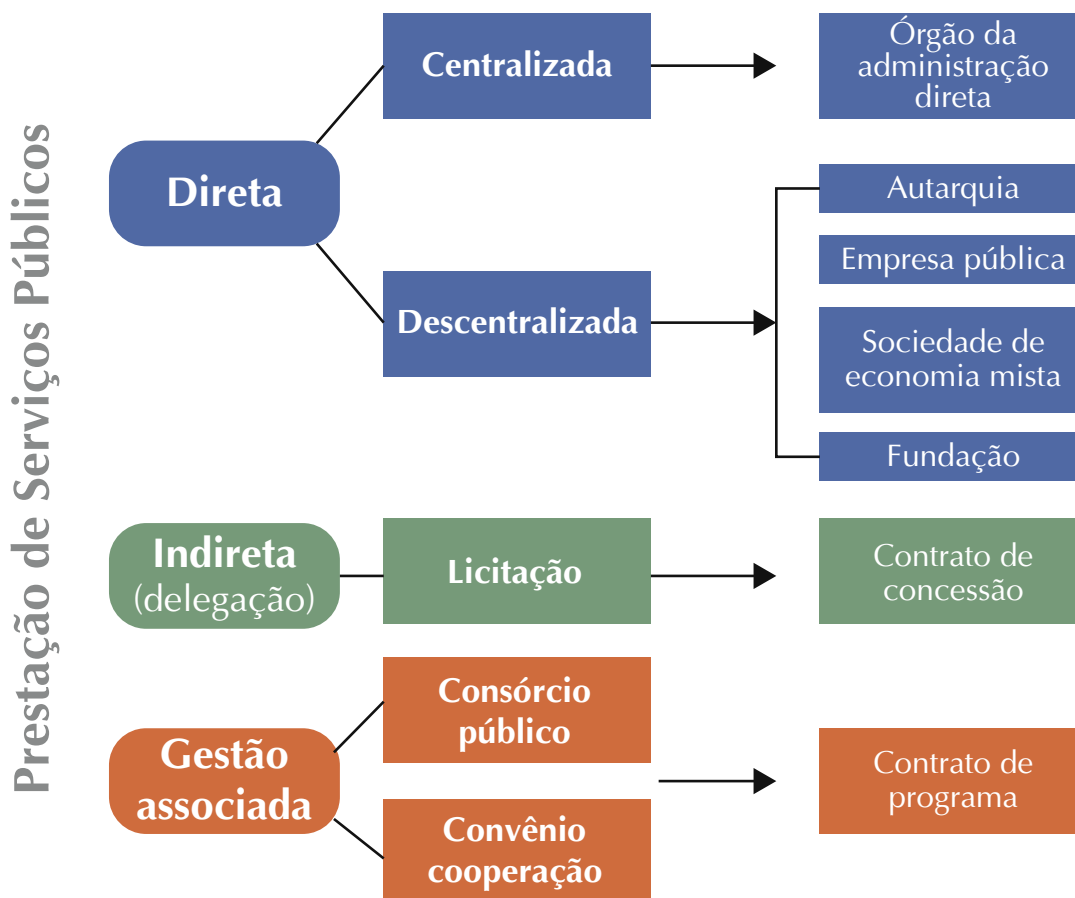


Figura 13 – Matriz de arranjos organizacionais da prestação de serviços públicos de saneamento básico.
Fonte: Ministério das Cidades, 2008.

O Programa Sustentar incentiva a existência de uma equipe na estrutura orgânica da prefeitura municipal que seja responsável por apoiar as comunidades rurais nas atividades de gestão, educação em saúde ambiental, operação e manutenção dos serviços de

saneamento. O Sustentar se alinha com a proposta do PNSR de estabelecer no nível municipal de gestão os papéis e as responsabilidades do “gestor técnico” e do “gestor administrativo”, como demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 – Funções do gestor municipal de abastecimento de água

Gestor Municipal	Gestor técnico	Supervisionar e auxiliar os operadores locais, por meio de visitas a campo e controle dos registros.
		Resolver problemas mais complexos que fogem à competência do operador local.
	Gestor administrativo	Executar auditorias internas para o controle da qualidade dos serviços prestados.
		Gestão econômica e financeira dos sistemas sob sua área de abrangência.
		Monitorar e garantir a disponibilidade de recursos essenciais.
		Implementar programas de educação permanente dos trabalhadores.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Nível intermunicipal

A prestação dos serviços públicos de abastecimento em **nível regional ou estadual**, seja por meio de consórcios intermunicipais ou Companhias Estaduais de Saneamento Básico, possibilita aos municípios adjacentes (particularmente aos pequenos municípios) gerir e ordenar a prestação de serviços de abastecimento de água com abrangência e escala mais adequadas para obter a sustentabilidade social, técnica e econômica dos serviços.

A gestão associada de serviços públicos de abastecimento de água, conforme as disposições da Lei dos Consórcios Públicos (Lei nº 11.107/2005) e seu decreto regulamentador (Decreto nº 6.017/2007), permite que, através de um instrumento jurídico (contrato de consórcio público ou convênio de cooperação),

os municípios titulares dos serviços de esgotamento podem firmar um pacto de atuação conjunta ou se associar a um consórcio intermunicipal contratado delegando a função única⁴ de prestação do serviço.

Em nível estadual, a prestação regionalizada das Companhias Estaduais, por meio de instrumento jurídico de delegação dos municípios titulares dos serviços, permite suavizar os custos por meio de subsídios cruzados, realizar ganho de escala e empregar mão de obra mais qualificada, por meio do compartilhamento das despesas e ganhos dos serviços.

A participação federal diretamente na prestação dos serviços de esgotamento fica restrita aos territórios indígenas, os quais são

⁴ O consórcio instituído para prestação de serviços públicos não pode realizar as funções anteriores (planejamento) e posteriores à prestação dos serviços (fiscalização e regulação).

atendidos pela Secretaria Especial de Saúde Indígena (Sesai), órgão do Ministério da Saúde.

O Programa Sustentar prevê em seu escopo “o fortalecimento dos estados e municípios de acordo com a lógica do Sistema Único de Saúde (SUS) do qual a Funasa é integrante”

(BRASIL, 2018c). Desse modo, o Sustentar se adequa à proposta do PNSR de estabelecer no nível intermunicipal de gestão dos serviços de abastecimento, as funções e as obrigações do “gestor técnico” e do “gestor administrativo”, como demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8 – Funções dos gestores regionais, estaduais e federais de abastecimento de água

Gestor regional, estadual ou federal	Gestor técnico	Supervisionar e garantir o bom funcionamento dos sistemas implantados sob sua área de abrangência.
		Resolver problemas mais complexos que fogem à competência do gestor técnico municipal.
	Gestor administrativo	Organizar a prestação dos serviços de abastecimento de água nos sistemas municipais sob sua área de abrangência.
		Realizar a gestão econômica e financeira dos sistemas sob sua área de abrangência.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

03 Alternativas tecnológicas para o abastecimento de água em áreas rurais



Objetivos do capítulo

- Auxiliar o processo de escolha das alternativas tecnológicas a serem utilizadas nas comunidades rurais.
- Apresentar uma compilação das soluções tecnológicas para o abastecimento de água.
- Discutir sobre a gestão operacional das soluções e sistemas de abastecimento de água.

O Programa Sustentar preconiza que as alternativas tecnológicas para o abastecimento de água devem ser apropriadas às peculiaridades regionais e locais das comunidades rurais. Dessa forma, o documento orientador do Sustentar propõe que, entre as atividades de monitoramento e avaliação, realize-se a avaliação das soluções tecnológicas empregadas e do grau de apropriação e satisfação dessas soluções pela população atendida (BRASIL,2018c).

Nessa mesma linha, o Programa Nacional de Saneamento Rural – PNSR propõe que se deve priorizar “a implementação de serviços e soluções capazes de atender às demandas locais, desde que garantam a salubridade, a privacidade, o conforto, a segurança e a dignidade da população” (BRASIL, 2018b). Desse modo, o PNSR constrói modelos de fluxogramas para auxiliar na escolha das tecnologias adequadas para a categoria de soluções individuais (Figura 14) e soluções coletivas (Figura15).

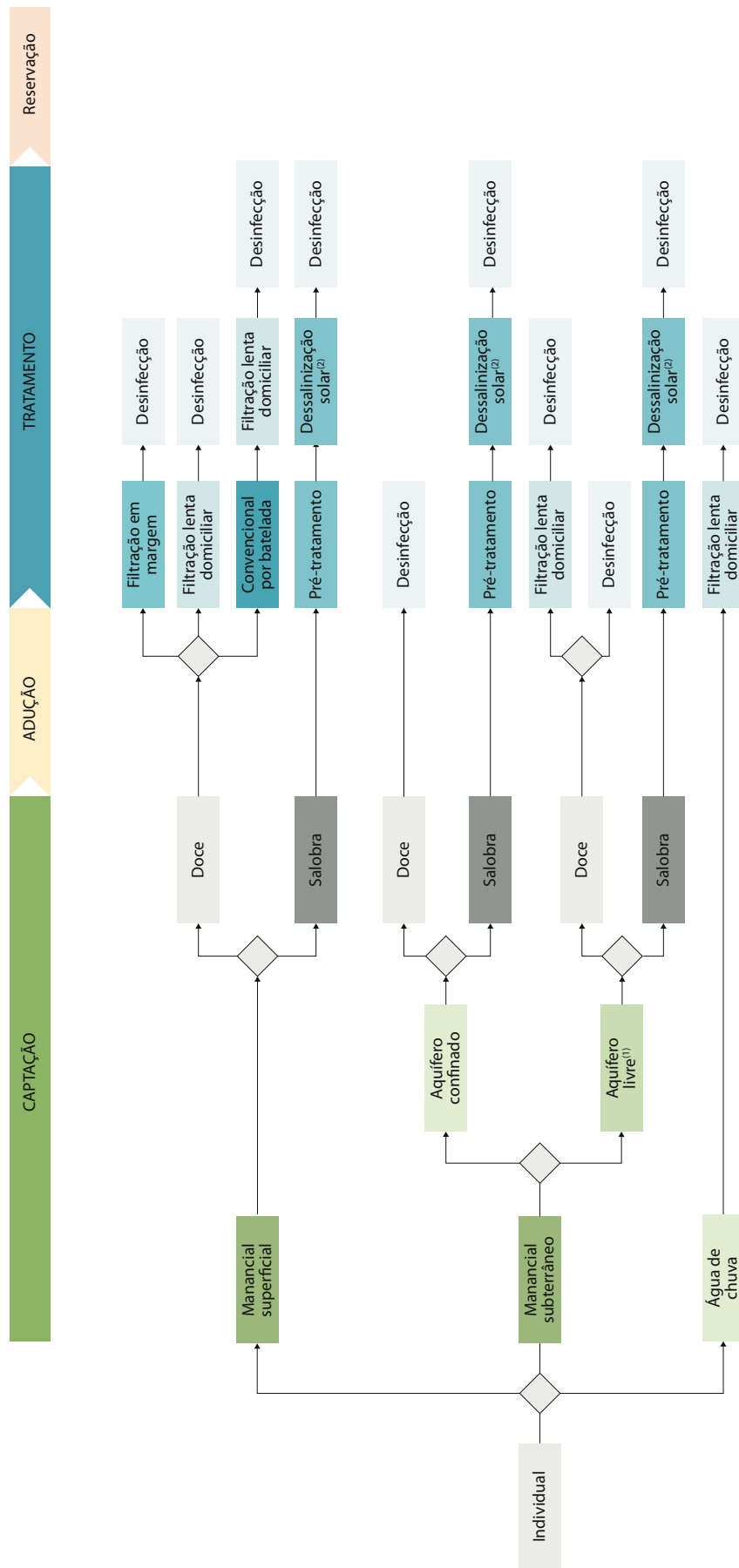
Nesse ponto os instrutores do Sustentar, durante o processo de definição da tecnologia com participação da população, devem destacar que as matrizes construídas pelo PNSR e adotadas pelo Sustentar consideram os seguintes condicionantes:

- Condicionantes ambientais: entre os fatores ponderados destacam-se a quantidade, a qualidade e a disponibilidade de recursos hídricos, a vegetação, e o clima.
- Condicionantes demográficos: dois fatores podem ser destacados, o porte populacional e a densidade demográfica.
- Condicionantes culturais: a aceitabilidade e o reconhecimento das particularidades intrínsecas ao modo de vida das famílias e comunidades.
- Condicionantes socioeconômicos: os custos dos serviços devem ser adequados à capacidade de pagamento da população, com conseqüente estabelecimento de modelo tarifário, para que seja realizada cobrança pela sua prestação.

As soluções individuais que não dependem de terceiros para serem operadas não são consideradas como serviço público. Desse modo, a sua manutenção e operação será realizada somente no âmbito domiciliar.

A escolha das tecnologias deve abandonar o paradigma da “solução ótima” imposta por técnicos, necessitando, portanto, da participação dos diversos atores (gestores, técnicos e comunidade) envolvidos no processo de decisão para a “solução de melhor acordo”.

Os processos educacionais são fundamentais para prover, aos moradores, os subsídios para embasar as suas decisões quanto às alternativas tecnológicas apropriadas à comunidade. Dessa forma, para auxiliar nesses processos, apresenta-se a seguir as principais tecnologias de tratamento destacadas nas matrizes e os requisitos de gestão operacional em cada caso.

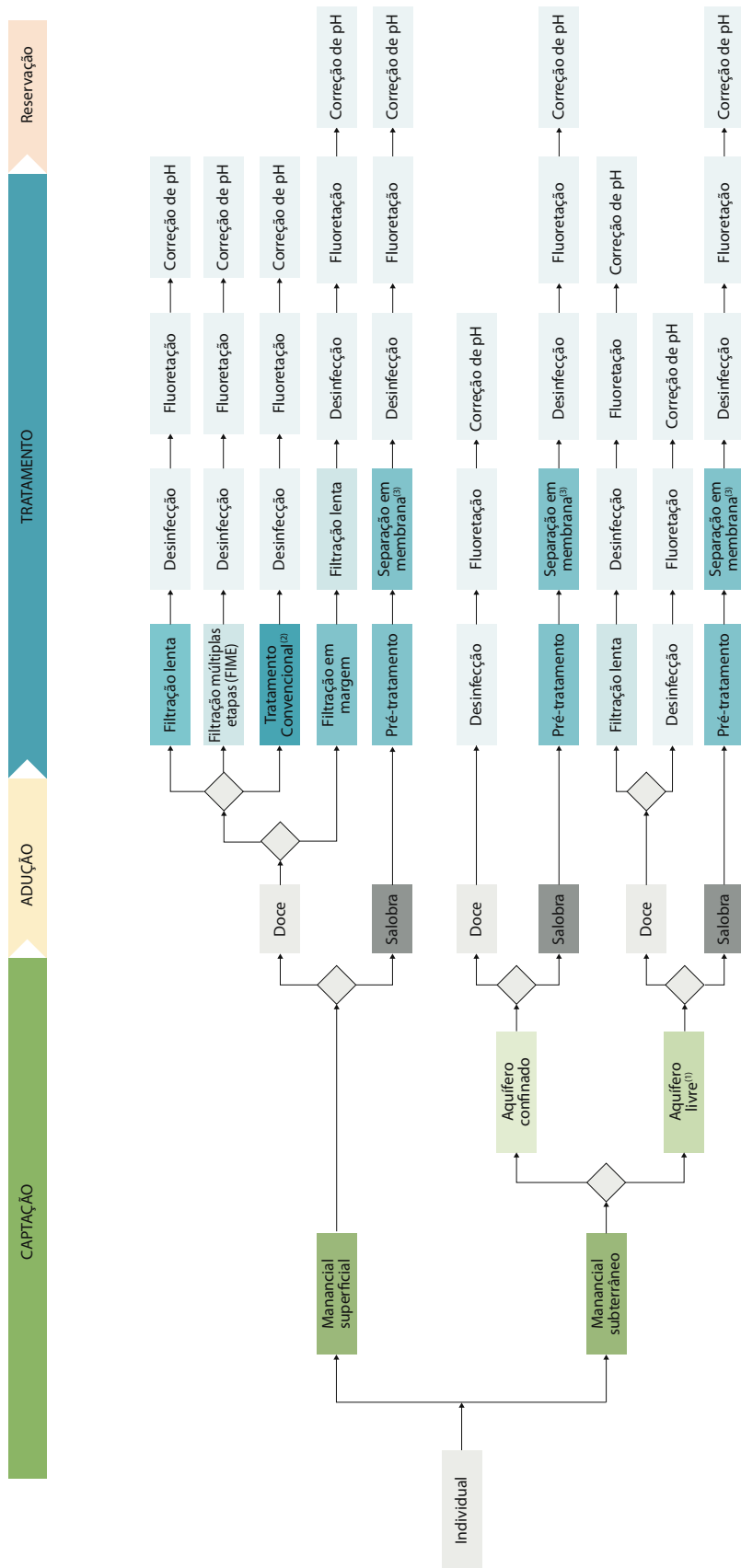


1) O aquífero livre pode ser aflorante ou não.
 2) A dessalinização solar é aplicada somente à fração da vazão que será destinada para a ingestão (água de beber). Face às características da água dessalinizada, posteriormente, pode ser feita a mistura com pequena quantidade de água salobra para melhor aceitação. A desinfecção é aplicada à água resultante da mistura.

OBS:

- Quando houver disponibilidade de mananciais superficiais e subterrâneos, utilizar preferencialmente os últimos, pois, de modo geral, apresentam água de melhor qualidade.
- Na ocorrência de concentrações de substâncias químicas ou características químicas fora do padrão de potabilidade, é necessário prever tratamento específico. Exemplo: agrotóxicos, metais (incluindo ferro e manganês), flúor, arsênio e dureza.
- O tratamento para água proveniente de manancial superficial, composto por filtração lenta+ desinfecção é recomendado para águas com turbidez inferior a 30 U.T.
- A desinfecção é indispensável em todas as opções de tratamento de águas superficiais. No caso de águas subterrâneas, a necessidade de desinfecção deve ser verificada por meio de análise de qualidade microbiológica da água.
- Opções para a desinfecção: cloração, solar, fervura. Sempre que possível, indica-se a cloração, pois o cloro continua agindo como desinfetante por determinado período de tempo.
- O filtro cerâmico domiciliar é uma etapa adicional do tratamento, recomendado em todas as opções.
- Recomenda-se o uso de mantas sintéticas não tecidas sobre o meio filtrante de areia do filtro lento para facilitar a limpeza.

Figura 14 – Matriz tecnológica de soluções individuais para abastecimento de água do Programa Nacional de Saneamento Rural – PNSR.
 Fonte: Brasil (2018b)



(1) aquífero livre pode ser aflorante ou não.
 (2) Sistema de tratamento convencional pode ser contínuo ou por batelada (em casos de comunidades com até 80 habitantes).
 (3) Opções de separação em membranas: nano filtração ou osmose inversa.

OBS:

- Quando houver disponibilidade de mananciais superficiais e subterrâneos, utilizar preferencialmente os últimos, pois, de modo geral, apresentam água de melhor qualidade.
- Na ocorrência de concentrações de substâncias ou características químicas, tais como agrotóxicos, metais (incluindo ferro e manganês), flúor, arsênio e dureza fora do padrão de potabilidade, é necessário prever tratamento específico.
- O tratamento composto por filtração lenta e por filtração em múltiplas etapas são indicados para águas com turbidez inferior à 10 ut e 100 uT, respectivamente.
- A desinfecção e a fluoretação devem ser previstas em todas as opções. A correção do pH pode ou não ser necessária, a depender da qualidade da água.
- O filtro cerâmico domiciliar é uma etapa adicional do tratamento; recomendado em todas as opções.

Figura 15 – Matriz tecnológica de soluções coletivas para abastecimento de água do Programa Nacional de Saneamento Rural – PNSR.

Fonte: Brasil (2018b).

Captação

Em áreas rurais as fontes de captação de água podem compreender um ou mais formas, podendo abastecer apenas uma residência ou um conjunto de moradores, como (Figura 16): rios, nascentes, açudes, lagoas, entre outros (captações superficiais); poços escavados, poços rasos, poços tubulares profundos (captações no subsolo ou subterrâneas); ou cisternas (captação de água de chuva).

Além da relação com a qualidade da água, a etapa de captação também tem uma função crucial no abastecimento quanto à regularidade do fornecimento da água. Em vista disso, toda atenção deve ser dada à escolha correta do local da captação de água, à manutenção e à operação adequadas, em vista dos riscos de acidentes que enfrenta e, em consequência, dos possíveis colapsos no fornecimento de água (BRASIL, 2006).

No processo para a seleção de um manancial para abastecimento é imprescindível se considerar alguns fatores de análise como: qualidade da água do manancial, quantidade disponível, acessibilidade física para a sua captação e acessibilidade econômica.

Os **mananciais superficiais** são a fonte de água, em geral, que permite a maior acessibilidade física para a captação de água. Entretanto, os mananciais superficiais são aqueles que estão mais sujeitos à contaminação e que apresentam um maior custo para o tratamento. Além disso, deve-se enfatizar o fato de que essa captação na maior parte dos casos acontece de modo precário. Ainda hoje é comum em áreas rurais as cenas de pessoas coletando a água e a transportando para casa⁵ em baldes, latas ou outros vasilhames (PÁDUA, 2010b). A situação necessariamente não é melhor em comunidades em que

a água é distribuída por redes de tubulações, visto que a manutenção e a limpeza das redes e reservatórios é precária.

Os **mananciais subterrâneos**, ao contrário dos superficiais, geralmente permitem a captação de água de melhor qualidade, devido ao fato dessa água ter passado por um lento processo de filtração no solo. A água dos mananciais subterrâneos pode subir à superfície sob a forma de poços jorrantes, além de ser retirada de modo braçal ou mecanicamente com auxílio de bombas.

A água coletada em **nascentes**, via de regra, apresenta qualidade que atende aos padrões de potabilidade. Todavia, deve-se considerar as questões da quantidade necessária para o abastecimento da residência ou comunidade e a acessibilidade da área da nascente. Ademais deve-se ter cuidados extras com a proteção da área do manancial.

A captação em **poços** pode ocorrer tanto no aquífero freático (em estruturas conhecidas no meio rural por nomes diversos como poços rasos, escavados, cacimbas, etc.) ou no aquífero artesianos ou confinados (poços tubulares profundos). A utilização da água dos poços, comparando-se com os mananciais superficiais, apresenta um menor custo devido à dispensa de algumas etapas de tratamento, fazendo-se necessárias apenas as etapas de desinfecção, fluoretação e eventual correção de pH (LIBÂNIO, 2010).

Os **poços escavados** em sua maioria possuem profundidade entre 10 a 20 metros e diâmetro mínimo de 90 centímetros, sendo abertos pelas próprias comunidades ou trabalhadores locais, com ferramentas manuais. Devido à pouca profundidade da escavação, a água captada em poços rasos está mais su-

⁵ Os estudos apontam que, para um acesso intermediário, é necessário que os moradores não se desloquem mais de 100 metros ou 5 minutos para coleta de água (HOWARD E BARTRAM, 2003).

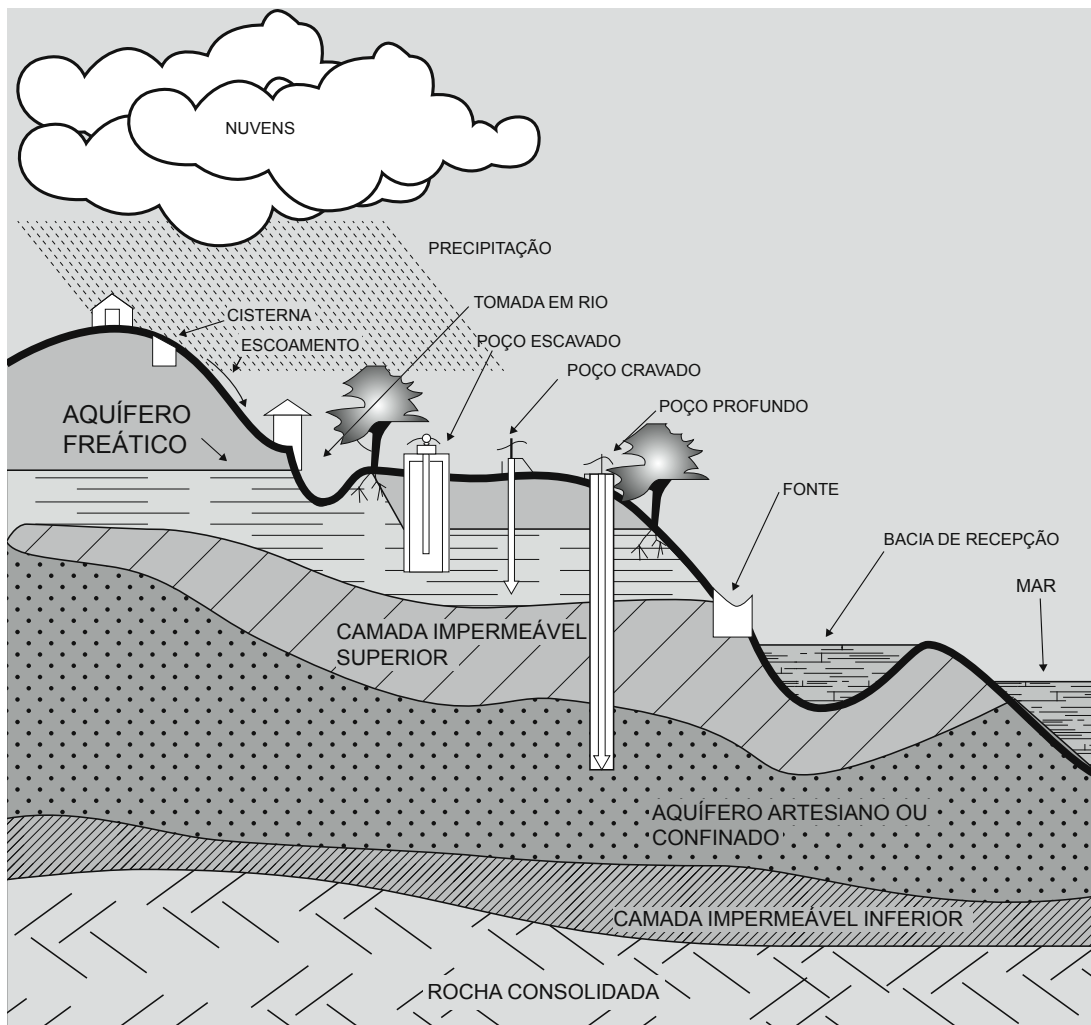


Figura 16 – Formas de captação de água.
Fonte: Brasil (2015).

jeita à poluição e contaminação que aquela captada em aquíferos artesianos.

Os **poços tubulares profundos** (ou artesianos), mais protegidos das fontes de contaminação, possuem profundidade entre 60 e 300 metros ou mais, dependendo da profundidade em que o aquífero está localizado. O diâmetro desses poços, normalmente de 150mm ou 200mm, é determinado em função da vazão a ser extraída (estimada por estudos técnicos) (BRASIL, 2015). Ressalta-se que a escavação de poços tubulares apresenta um maior custo visto que são construídos por uma equipe técnica especializada. Além disso, deve-se levar em conta o gasto com a energia necessária para a extração da água com conjuntos motobombas.

Em algumas localidades brasileiras, principalmente na região semiárida, as comunidades não têm acesso à água suficiente e/ou com qualidade nos rios, lagos ou poços mais próximos. Em razão disso, uma solução que tem sido colocada em prática é a **captação de água de chuva** em cisternas de placas de concreto ou polietileno. A água de chuva apresenta, em geral, qualidade superior aos mananciais superficiais, demandando apenas tratamentos simplificados como filtração e desinfecção, principalmente em áreas menos suscetíveis à poluição dos centros urbanos (PÁDUA, 2010b).

Por fim, ressalta-se a importância de se evitar a realização de atividades nas proximidades das áreas de captação visando à proteção dos mananciais. Entre as atividades rurais

que potencialmente contribuem para a contaminação da água lista-se a criação de animais, os cultivos agrícolas, a construção de fossas, etc. Algumas medidas podem ser tomadas para a reversão da degradação dos mananciais, tais como recomposição de vegetação nas margens dos cursos d'água e

ações para ordenação do uso e ocupação do solo.

A Tabela 9 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção de infraestruturas de captação de água para sistemas e soluções individuais e/ou coletivas.

Tabela 9 – Requisitos de gestão operacional de infraestruturas para captação de água

Categoria	Ações de operação e manutenção		
	Rotineira: Específica a cada tecnologia	Rotineira: comum a todas as tecnologias	Não rotineira
Individual: Águas subterrâneas e superficiais	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar o nível de água em poços de captação (filtração em margem e captação de águas subterrâneas). Assegurar a proteção física de estruturas de captação, com especial atenção à tomada de água em aquíferos livres e nascentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar limpeza da área de entorno. Assegurar proteção física e segurança às estruturas de captação (por exemplo, cercamento e controle de acesso de pessoas e animais). Monitorar as condições físicas e estruturais do ponto de captação de água. Monitorar as condições de funcionamento das instalações e equipamentos de captação de água. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar manutenção periódica da integridade física e estrutural. Realizar manutenção periódica das instalações e equipamentos de captação de água.
Individual: Captação de água de chuva	<ul style="list-style-type: none"> Limpar telhados e calhas antes de cada estação chuvosa. Descartar a água das primeiras chuvas. 		
Coletiva	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar o nível de água em poços de captação (filtração em margem e captação de águas subterrâneas). Assegurar a proteção física de estruturas de captação, com especial atenção à tomada de água em aquíferos livres e nascentes. 		

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Adução

A adução é a etapa do sistema de abastecimento na qual a água bruta ou tratada é transportada de uma unidade do sistema para outra. A infraestrutura dessa etapa é composta por um conjunto de tubulações denominadas adutoras, peças especiais e obras de arte. O material utilizado nas adutoras pode ser: PVC, ferro fundido, aço soldado, concreto armado, fibra de vidro, entre outros. As adutoras podem transportar a água por

gravidade (aproveitando o desnível entre as unidades do sistema), por recalque (com auxílio de um conjunto motobomba) ou combinando as duas formas anteriormente citadas.

Em áreas rurais, é comum a utilização de tubulações de PVC ou mangueiras de PEAD de pequeno diâmetro como adutoras (Figura 17). Dessa forma, deve-se ter mais atenção

ao monitoramento preventivo de vazamentos nas tubulações.

A Tabela 10 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção de infraestruturas para adução da água em sistemas e soluções individuais e/ou coletivas.



Figura 17 – Estoque de tubos para utilização em sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais do estado da Bahia.

Tabela 10 – Requisitos de gestão operacional de infraestruturas para adução da água

Categoria	Ações de operação e manutenção	
	Rotineira: comum a todas as tecnologias	Não rotineira
Individual e Coletiva	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar vazamentos nas tubulações. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar manutenção periódica visando a integridade física e estrutural das adutoras. Realizar descargas e limpeza nas adutoras, e o controle de vazamentos, periodicamente.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Tratamento

Filtração lenta

A filtração lenta consiste, basicamente, em um processo de tratamento no qual a passagem da água por um meio filtrante, geralmente uma camada de areia, permite a conjunção de dois processos: a retenção de partículas e o tratamento biológico da água (BRASIL, 2015; LIBÂNIO, 2010).

Nessa modalidade de tratamento, a água bruta captada é direcionada diretamente para o filtro lento, constituído de um tanque de concreto preenchido com uma camada filtrante

de areia (entre 0,90 e 1,20m) e uma camada suporte de pedregulho (0,30m) (Figura 18). Como dispensa o uso de produtos químicos para coagulação, a água é filtrada lentamente. Conforme RECESA (2008), o valor usual da taxa de filtração é da ordem de $4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$, o equivalente a filtrar 4.000 litros de água em um metro quadrado de área de filtro por dia⁶. Após a filtração da água, é realizado o processo de desinfecção e, quando necessário, a correção do pH e a fluoração.

⁶ A Norma Brasileira (NBR) nº 12216 recomenda que a taxa máxima de filtração lenta seja de $6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$.

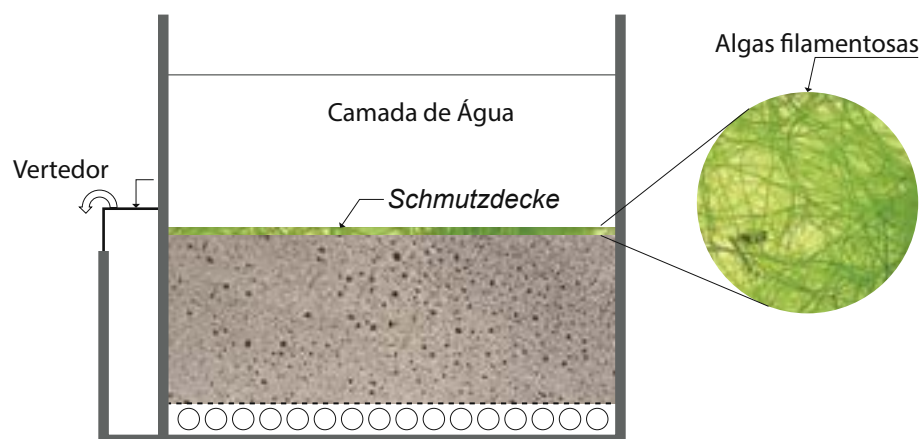


Figura 18 – Desenho esquemático do filtro lento de areia (FLA).
Fonte: Sens et al., 2006.

Conforme demonstrado na figura acima, no topo do meio filtrante ocorre a formação de uma camada biológica sobre a areia (também conhecida como superfície de coesão ou “Schmutzdecke”), constituída de materiais inertes, matéria orgânica e vários microrganismos (algas, bactérias, protozoários, etc.), os quais se desenvolvem e auxiliam na remoção das impurezas contidas na água, principalmente material orgânico e inorgânico suspenso, possibilitando a obtenção de uma água de melhor qualidade (SENS, 2014; TANGERINO; CAMPOS; BRANDÃO, 2006).

Os filtros lentos são normalmente empregados em comunidades de pequeno porte, principalmente nos países em desenvolvimento, sendo utilizados desde o século XIX⁷, visto que apresentam algumas vantagens sobre outras tecnologias de tratamento de água, a saber: dispensa o uso de produtos químicos ao não necessitar da fase de coagulação; não exige equipamentos sofisticados para controle do processo; possui menor frequência

de limpeza⁸; permite o emprego de operadores locais com pouca qualificação; possui simplicidade de construção; é eficiente na remoção de microrganismos e produz pouco lodo (BRASIL, 2015; LIBÂNIO, 2010).

Apesar das vantagens citadas, diversos fatores intervêm no desempenho da filtração lenta restringindo sua utilização, dentre os mais relevantes destacam-se: a necessidade de baixa turbidez da água do manancial de captação (< 10uT); pouca eficiência na remoção de cor verdadeira; operam com taxa reduzida de filtração e ocupam grandes áreas⁹; lento amadurecimento da camada biológica e a operação de limpeza que demanda considerável mão de obra¹⁰ (LIBÂNIO, 2010; PÁDUA, 2010a).

Como discutido por Sens (2014), os requisitos de captação de uma água com boa qualidade são cruciais para a operação dos filtros lentos, o que pode ser um empecilho para comunidades rurais próximas a mananciais

- 7 Os primeiros filtros lentos para abastecer uma população foram construídos no ano de 1804 na cidade escocesa de Paisley (SENS, 2014).
- 8 O período de operação do filtro até a realização de um processo de limpeza é em média de 30 dias, podendo chegar a três meses ou mais, a depender da qualidade da água bruta (SENS, 2014; RECESA, 2008).
- 9 O requisito de grandes áreas para a construção de filtros lentos, necessariamente, não configura como uma grande desvantagem para as áreas rurais, visto que, em geral, as comunidades possuem grandes áreas disponíveis para a instalação dos filtros.
- 10 O processo de limpeza exige a drenagem do filtro e a raspagem de toda a camada biológica, mais 2 ou 3 cm de areia. A areia removida precisa ser lavada e colocada novamente no filtro quando a camada de areia nos filtros atingir 0,70m de espessura (BRASIL, 2015).

em avançado processo de degradação. Além disso, a operação dos filtros lentos pode ser inviável em algumas épocas do ano, tanto devido aos picos de turbidez de épocas chuvosas, quanto as florações de algas em épocas de secas. Esses fatores comprometem a qualidade da água produzida e a duração das carreiras (tempo de filtração entre limpezas).

mas citados acima, como: o uso de mantas sintéticas sobre o leito de areia, possibilitando a redução da perda de carga e, conseqüentemente, propiciando a adoção de taxas de filtração mais elevadas; e a utilização do carvão ativado granular em conjunto com a areia para aumentar a eficiência na remoção da matéria orgânica dissolvida.

Cumbi (2013) e Di Bernardo e Dantas (2005), descrevem em seus trabalhos algumas medidas adotadas na construção e operação dos filtros lentos, de forma a contornar os proble-

A Tabela 11 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção de infraestruturas para filtração lenta em sistemas e soluções individuais e/ou coletivas.

Tabela 11 – Requisitos de gestão operacional de infraestruturas para filtração lenta de água

Categoria	Ações de operação e manutenção		
	Rotineira: específica a cada tecnologia	Rotineira: comum a todas as tecnologias	Não rotineira
Individual: Filtração lenta domiciliar	<ul style="list-style-type: none"> Retirar periodicamente a manta sintética não tecida para lavagem ou substituição. Realizar periodicamente a limpeza do meio filtrante (raspagem). 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar o controle da qualidade da água, para manter a sua segurança e a eficiência do serviço. Ativar e desativar os conjuntos eletromecânicos diariamente. Executar manobras de registros. Limpar reservatórios. Monitorar o desempenho de todas as etapas do tratamento. Verificar a presença e, caso seja necessário, proceder à remoção de vetores (ex. ovos e larvas de <i>Aedes Aegypti</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Coletar amostras para a vigilância da qualidade da água, em atendimento à portaria vigente de potabilidade. Verificar se os produtos químicos utilizados no tratamento da água atendem aos requisitos de saúde estabelecidos nas normas técnicas da ABNT. Repor materiais.
Coletiva	<ul style="list-style-type: none"> Realizar limpeza periódica do meio filtrante (raspagem). 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar controle da qualidade da água em atendimento às exigências da norma vigente de qualidade da água para consumo humano Monitorar as condições de funcionamento das instalações e equipamentos. Monitorar o desempenho das unidades/etapas de tratamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar se os produtos químicos estão previstos pela regulamentação vigente (Ministério da Saúde e Anvisa). Realizar controle de qualidade dos produtos químicos usados no tratamento da água de acordo com normas técnicas pertinentes da ABNT. Realizar manutenção periódica de instalações e equipamentos.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Obs.: O PNSR recomenda que o tratamento composto por filtração lenta seja indicado para águas com turbidez inferior a 10 uT.

Filtração em múltiplas etapas

A Filtração em Múltiplas Etapas (FiME) é uma evolução da filtração lenta, desenvolvida de modo a atenuar a sobrecarga dos filtros lentos, principalmente no período de chuvas, e prolongar a carreira de filtração.

Nessa técnica de tratamento, a água captada no manancial (com valores de turbidez superiores ao recomendado para a filtração lenta) é direcionada para uma sequência de etapas de filtração: gradeamento, pré-filtração dinâmica em pedregulho, pré-filtração em pedregulho e areia grossa e, por fim, a filtração lenta em areia fina (Figura 19). Com a implantação de todas essas etapas, é possível estender em vários meses o tempo de operação dos filtros lentos até uma nova limpeza (em torno de um ano) e há um grande ganho na qualidade da água tratada (RECESA, 2008; SENS, 2014).

A FiME é uma tecnologia de tratamento de água com adaptações satisfatórias para o uso em áreas rurais, além de pequenos e médios municípios, sendo utilizada em vários países da América do Sul. Entre as razões do seu emprego em larga escala, pode-se apontar o fato de ser uma tecnologia de simples construção com instalações de baixo custo, nas quais a dispensa da etapa da coagulação química praticamente elimina a necessidade de instrumentação (BRASIL,2015).

A Tabela 12 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção de infraestruturas para filtração em múltiplas etapas em sistemas coletivos de abastecimento de água.

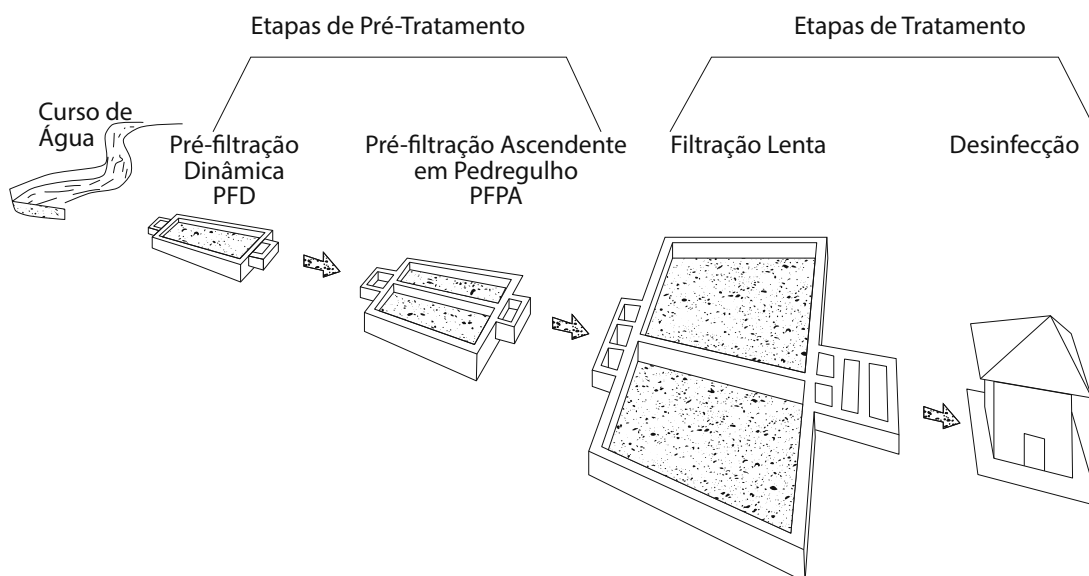


Figura 19 – Desenho esquemático da Filtração em Múltiplas Etapas (FiME).
Fonte: Galvis et al. *apud* SENS (2014)

Tabela 12 – Requisitos de gestão operacional de infraestruturas para FiME

Categoria	Ações de operação e manutenção		
	Rotineira: Específica a cada tecnologia	Rotineira: comum a todas as tecnologias	Não rotineira
Coletiva	<ul style="list-style-type: none"> Realizar limpeza periódica do meio filtrante (raspagem e descargas de fundo) 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar controle da qualidade da água em atendimento às exigências da norma vigente de qualidade da água para consumo humano. Monitorar as condições de funcionamento das instalações e equipamentos. Monitorar o desempenho das unidades/etapas de tratamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar se os produtos químicos estão previstos pela regulamentação vigente (Ministério da Saúde e Anvisa). Realizar controle de qualidade dos produtos químicos usados no tratamento da água de acordo com normas técnicas pertinentes da ABNT. Realizar manutenção periódica de instalações e equipamentos.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Obs.: O PNSR recomenda que o tratamento composto por filtração em múltiplas etapas seja indicado para águas com turbidez inferior a 100 uT.

Tratamento convencional

O tratamento convencional da água, também chamado de tratamento de ciclo completo, trata água com valores considerados de turbidez e cor. Nessa modalidade de tratamento, a água, em geral, proveniente da captação em mananciais superficiais passa pelas seguintes etapas (Figura 20): coagulação química, floculação, decantação ou flotação e filtração descendente. As etapas de desinfecção, fluoretação e correção de pH, que são comuns a todas as tecnologias de tratamento, serão abordadas no item 3.3.7.

A **coagulação** é uma etapa em que as partículas em suspensão na água causadoras de cor e turbidez são “desestabilizadas” pela ação química de um sal coagulante. Essa desestabilização é um processo que visa reduzir as forças que mantêm separadas as partículas, de modo a facilitar a sua remoção através da separação física (decantação, flotação ou filtração), sendo geralmente empregado um sal de alumínio ou de ferro. O coagulante normalmente mais utilizado é o sulfato de alumínio,

tanto pelas suas propriedades, como pelo seu menor custo. Outros coagulantes usados são o Sulfato Férrico, o Cloreto Férrico, o Hidróxido Cloreto de Alumínio (PAC), entre outros. O agente coagulante deve ser disperso de modo rápido e homogêneo na unidade de mistura rápida (hidráulica ou mecanizada) (BRASIL, 2015).

Após a etapa de dispersão do coagulante, inicia-se a etapa de **floculação** propiciando o encontro das partículas desestabilizadas, em estruturas conhecidas como floculadores, para que se agreguem e ganhem tamanho, peso e densidade ideais para as etapas subsequentes de separação física. Esse processo é realizado por meio da mistura lenta da água por um tempo determinado, favorecendo a formação de flocos. Os floculadores podem ser mecanizados (do tipo paletas ou tipo agitadores de hélices ou turbinas) ou hidráulicos (como as chicanas verticais e horizontais). A agitação da água provocada pelos floculadores, expressa por um gradiente de



Figura 20 – Desenho esquemático das etapas do tratamento convencional.
 Fonte: RECESA (2008).

velocidade, deve ser bem menor que a empregada na mistura rápida e ser gradualmente decrescente, de forma a evitar a ruptura dos flocos formados (BRASIL,2006).

As operações seguintes à floculação visam a remoção dos flocos de impureza formados. Normalmente, as etapas posteriores são a decantação e a filtração. Em casos específicos, como estações que tratam água com cor verdadeira elevada ou baixa turbidez acompanhada de alta concentração de algas, a etapa de decantação é substituída pela flotação.

A **decantação** é um processo em que se promove a sedimentação dos flocos formados pela ação da força da gravidade, retirando-se assim parte das impurezas contidas na água. Nessa operação, a água passa por um tanque, com uma velocidade baixa, de maneira que os flocos formados se depositem no fundo do tanque (Figura 21). O sobrenadante, denominado água decantada ou clarificada, é coletado por meio de tubulações e conduzido para os filtros. As unidades de decantação são dimensionadas com base na taxa de aplicação superficial (TAS), a qual está relacionada com a velocidade de sedimentação

das partículas. A TAS deve ser determinada por ensaios laboratoriais ou devem ser adotados os valores descritos na NBR nº 12.216 (RECESA, 2008).

A **flotação** é uma alternativa à decantação na qual são inseridas microbolhas de ar na água floculada, de modo a provocar a aglutinação e ascensão das impurezas até a superfície do flotor. Como dito anteriormente, essa operação é mais indicada para o tratamento de águas com sólidos suspensos de baixa densidade, compostos por: algas, substâncias orgânicas, cor verdadeira e baixa turbidez. A flotação demanda um custo de implantação e operação superiores ao que é requerido no processo de decantação, além de elevado consumo de energia elétrica (BRASIL,2015).

No tratamento convencional, geralmente são utilizados os **filtros rápidos descendentes**, nos quais o sentido de escoamento da água é de cima para baixo, e as impurezas vão ficando retidas ao longo do leito filtrante (Figura 22). O filtro rápido descendente é constituído por um tanque com uma laje de fundo falso. Abaixo dessa laje, existem tubulações para recolher a água filtrada. Já em cima da laje,

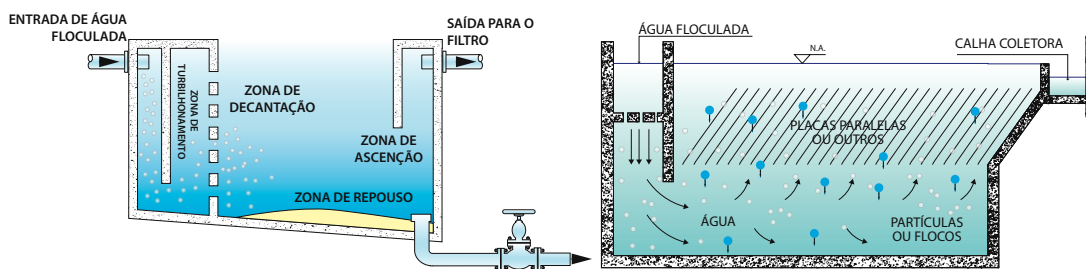


Figura 21 – Decantador simples (A) e de alta taxa (B).
Fonte: Brasil (2015).

há uma camada suporte, composta de seixos rolados, pedriscos ou pedregulhos. Por cima da camada suporte, fica o leito (meio) filtrante, que é onde as impurezas ficarão retidas no processo de filtração. Desse modo, os filtros constituem a última barreira para tentar reter as partículas que não foram retiradas na etapa de decantação (RECESA, 2008).



Figura 22 – Filtro rápido descendente em comunidade rural do estado do Ceará.

O filtro deve ser operado por um período de tempo até o limite no qual todos os poros

entre as partículas de areia são preenchidos pelas impurezas, o que é chamado de fim da carreira de filtração (o tempo comum da carreira para filtros rápidos é entre 24 e 48 horas). Quando a carreira de filtração termina, o filtro é separado para lavagem. Para isso, fecha-se o registro de saída da água filtrada e abre-se o registro de água de lavagem, que tem sentido de escoamento inverso à água a ser filtrada, passando pela laje de fundo falso, camada suporte e leito filtrante. A água da limpeza é canalizada em tubulação própria até seu destino final. Depois do processo de limpeza, o filtro volta a operar normalmente.

Por fim, denota-se que o tratamento de ciclo completo necessita de instalações e manutenções de alto custo, além de uma operação realizada por equipe técnica especializada. Desse modo, deve ser cuidadosamente avaliada a capacidade local de gestão dessa técnica de tratamento de água. A Tabela 13 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção de infraestruturas para tratamento convencional em sistemas e soluções individuais e/ou coletivas.

Tabela 13 – Requisitos de gestão operacional de infraestruturas para tratamento convencional da água

Categoria	Ações de operação e manutenção		
	Rotineira: específica a cada tecnologia	Rotineira: comum a todas as tecnologias	Não rotineira
Individual: Convencional por batelada (1)	<ul style="list-style-type: none"> Dosar coagulante. Limpar decantador. Limpar meio filtrante. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar o controle da qualidade da água, para manter a sua segurança e a eficiência do serviço. Ativar e desativar os conjuntos eletromecânicos diariamente. Executar manobras de registros. Limpar reservatórios. Monitorar o desempenho de todas as etapas do tratamento. Verificar a presença e, caso seja necessário, proceder à remoção de vetores (ex. ovos e larvas de <i>Aedes Aegypti</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Coletar amostras para a vigilância da qualidade da água, em atendimento à portaria vigente de potabilidade. Verificar se os produtos químicos utilizados no tratamento da água atendem aos requisitos de saúde estabelecidos nas normas técnicas da ABNT. Repor materiais.
Coletiva	<ul style="list-style-type: none"> Realizar teste de jarros para definição da dose de coagulante e do pH de coagulação em função da variação da qualidade da água bruta. Controlar as dosagens de coagulantes e alcalinizantes. Monitorar as condições de funcionamento de instalações e equipamentos de preparo e dosagem de produtos químicos. Realizar descargas periódicas no decantador para a remoção de lodo. Promover o tratamento e a disposição adequada dos resíduos gerados. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar controle da qualidade da água em atendimento às exigências da norma vigente de qualidade da água para consumo humano Monitorar as condições de funcionamento das instalações e equipamentos. Monitorar o desempenho das unidades/etapas de tratamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar se os produtos químicos estão previstos pela regulamentação vigente (Ministério da Saúde e Anvisa). Realizar controle de qualidade dos produtos químicos usados no tratamento da água de acordo com normas técnicas pertinentes da ABNT. Realizar manutenção periódica de instalações e equipamentos.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Obs.: (1) O PNSR recomenda que a operação em batelada seja realizada em comunidades rurais com até 80 habitantes.

Filtração em margem

A filtração em margem (FM) é uma técnica de tratamento de água que evita a captação de água diretamente no manancial superficial, usando dessa maneira os materiais sedimentares das margens e do fundo do manancial como meio filtrante, captando uma água resultante da mistura de águas superficiais e subterrâneas. A captação é realizada através

do bombeamento da água de poços construídos ao redor de um manancial (rios, represas e lagos), de forma a criar artificialmente um desnível entre o nível de água do manancial e o nível do aquífero (Figura 23), induzindo o escoamento através do meio poroso em direção ao poço e realizando um processo de filtração (SENS, 2014).

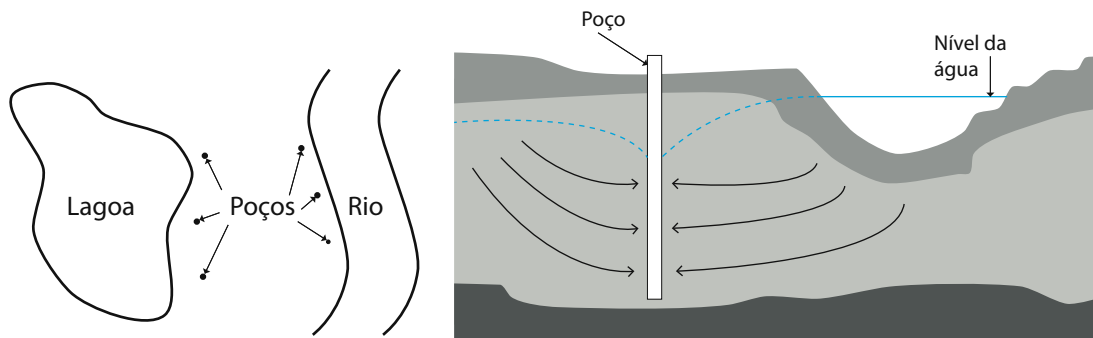


Figura 23 – Desenho esquemático da filtração em margem (FM) à direita e à esquerda a localização dos poços próximos aos mananciais superficiais.

Fonte: Baseado em Sens et al., 2006.

Ao infiltrar pelo solo poroso, a água é submetida a uma série de processos físicos, químicos e biológicos, os quais possibilitam a retenção dos possíveis contaminantes presentes na água superficial, melhorando a qualidade da água em aspectos organolépticos (remoção de turbidez, sólidos, cor, entre outros), aspectos microbiológicos (remoção de bactérias, protozoários, vírus, microalgas, cianobactérias, etc.); e, aspectos químicos (remoção de nitrato, amônia, dureza, metais pesados, pesticidas, toxinas, entre outros) (SENS,2014).

Sistemas utilizando a FM como um pré-tratamento e/ou como tratamento principal são utilizados na Europa desde o século XIX, em países como Alemanha, Suíça, Holanda, Hungria, Finlândia e França. Nos Estados Unidos, o início da utilização da técnica ocorreu por volta dos anos de 1930. Nas últimas décadas, vários países ao redor do mundo, sobretudo países emergentes, têm iniciado pesquisas e operações de FM como alterna-

tiva ao tratamento de água convencional em pequenos municípios e comunidades rurais.

Conforme Sens (2014), a filtração em margem é um tratamento de água alternativo de baixo custo e eficiente para aplicações em áreas rurais, seja com poços ao redor de um rio ou de um lago, na forma coletiva ou familiar. Ainda conforme o autor, podemos considerar duas vantagens principais no uso da técnica: a diminuição no consumo de produtos químicos na etapa de desinfecção e na etapa de coagulação química (se existir); e, a diminuição dos custos de operação do tratamento. Entretanto, segundo o autor, tratamentos adicionais podem ser necessários para fornecimento de água dentro dos padrões de potabilidade.

A Tabela 14 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção de infraestruturas para filtração em margem para soluções alternativas de abastecimento de água.

Tabela 14 – Requisitos de gestão operacional de infraestruturas para filtração em margem

Categoria	Ações de operação e manutenção		
	Rotineira: Específica a cada tecnologia	Rotineira: comum a todas as tecnologias	Não rotineira
Individual	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar o nível de água do poço de captação. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar o controle da qualidade da água, para manter a sua segurança e a eficiência do serviço. Ativar e desativar os conjuntos eletromecânicos diariamente. Executar manobras de registros. Limpar reservatórios. Monitorar o desempenho de todas as etapas do tratamento. Verificar a presença e, caso seja necessário, proceder à remoção de vetores (ex. ovos e larvas de <i>Aedes Aegypti</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Coletar amostras para a vigilância da qualidade da água, em atendimento à portaria vigente de potabilidade. Verificar se os produtos químicos utilizados no tratamento da água atendem aos requisitos de saúde estabelecidos nas normas técnicas da ABNT. Reportar materiais.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Separação em membrana

No processo de separação em membranas (PSM), utiliza-se um material com abertura de filtração muito pequena, que permite a remoção de impurezas que não são normalmente removidas nos tratamentos com filtração em meio granular (RECESA, 2008).

Atualmente existem várias tecnologias de filtração por membrana, que são definidas e

classificadas de acordo com a pressão hidráulica que é utilizada na filtração e o diâmetro do poro da membrana (Figura 24). As membranas utilizadas no tratamento de água para consumo podem ser divididas basicamente, conforme a ordem decrescente de porosidade, em: Microfiltração (MF), Ultrafiltração (UF), Nanofiltração (NF) e Osmose Reversa (OR).

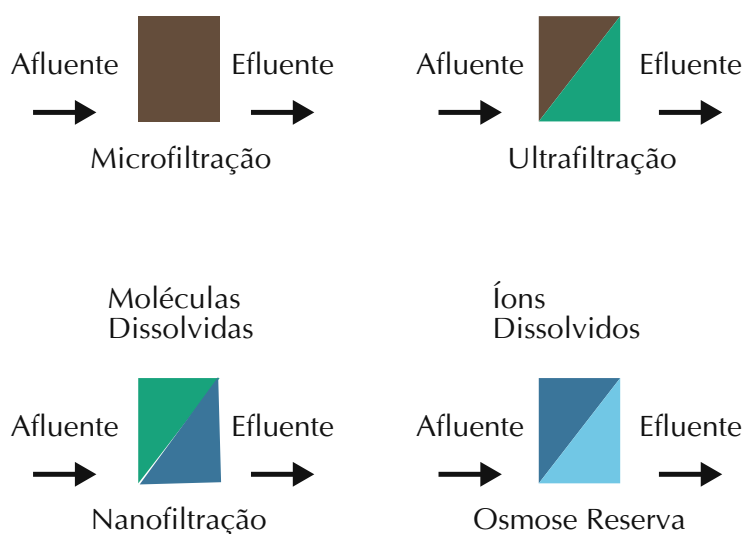


Figura 24 – Desenho esquemático da separação em membranas. Fonte: RECESA (2008).

A utilização de processos de separação por membranas no Brasil vem crescendo para usos industriais (alimentos, metalúrgicas, celulose, etc.), laboratórios e em estações de reuso de água. Como tecnologia de tratamento de águas superficiais para consumo humano o seu uso ainda é limitado devido aos elevados custos de instalação, operação e manutenção. A principal aplicação das membranas no abastecimento de água se dá na dessalinização da água do mar e de águas salobras de poços, função exclusiva das membranas de osmose reversa. Entretanto, há casos específicos de utilização em comunidades rurais, como a experiência da Companhia Espírito Santense de Saneamento (Cesan) com ultrafiltração para tratamento de água com turbidez elevada em seu programa Pró-Rural (Figura 25).

apesar de apresentar um custo relativamente alto, o uso da osmose reversa permite redução da concentração de sais, uma maior adequação aos padrões de potabilidade, requer menor área de implantação, além de remover contaminantes orgânicos e inorgânicos com maior eficiência quando comparada às técnicas tradicionais de tratamento de água.



Figura 25 – Estação de tratamento de água compacta com ultrafiltração em comunidade rural do município de Castelo/ES.

Entre as membranas, a osmose reversa é a que permite a maior aplicação de pressão e o menor diâmetro de poro, retendo partículas muitíssimo pequenas, como os sais de cloreto presentes em altas concentrações nas águas salobras e salinas. Pádua (2010a) aponta que,

A Tabela 15 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção de infraestruturas para separação em membranas em sistemas coletivos de abastecimento de água.

Tabela 15 – Requisitos de gestão operacional de infraestruturas para separação em membranas

Categoria	Ações de operação e manutenção		
	Rotineira: específica a cada tecnologia	Rotineira: comum a todas as tecnologias	Não rotineira
Coletiva	<ul style="list-style-type: none"> • Proceder ao manejo adequado dos resíduos provenientes do tratamento. • Operar programas de computadores específicos. • Realizar limpeza química das membranas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar controle da qualidade da água em atendimento às exigências da norma vigente de qualidade da água para consumo humano • Monitorar as condições de funcionamento das instalações e equipamentos. • Monitorar o desempenho das unidades/etapas de tratamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar se os produtos químicos estão previstos pela regulamentação vigente (Ministério da Saúde e Anvisa). • Realizar controle de qualidade dos produtos químicos usados no tratamento da água de acordo com normas técnicas pertinentes da ABNT. • Realizar manutenção periódica de instalações e equipamentos.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Dessalinização solar

A técnica de dessalinização térmica é um dos processos mais antigos de tratamento de água, utilizada em áreas rurais com elevada incidência solar e com mananciais de água salobra e/ou salina. O “dessalinizador solar” é uma tecnologia de baixo custo, com funcionamento semelhante ao ciclo natural da água: a água salobra armazenada no interior de grandes tanques de alvenaria cobertos com material transparente (Figura 26), em geral placas de vidro, é aquecida pela ação da luz do sol e evapora, os vapores se condensam na parte interna do vidro, transformando-se novamente em água, que escorre para um reservatório (BRASIL, 2015; SEAD, 2016).



Figura 26 – Dessalinizadores solar no assentamento Olho D'Água, no município de São Vicente do Seridó (PB).
Fonte: SEAD (2016).

A utilização dos dessalinizadores solar apresenta algumas vantagens, como destacado por FBB (2018) e SEAD(2016):

- Produz água potável suficiente para melhorar as condições de segurança hídrica de uma família do semiárido¹¹.
- Eficaz no tratamento biológico e químico da água, em função da alta temperatura do seu interior (em média, até 70° C), eliminando microrganismos patógenos.

- Possibilita a retirada dos sais dissolvidos na água, dispensando a necessidade de unidade de pós-tratamento e a utilização de produtos químicos.
- Baixo custo de implantação e de manutenção, com mínimo impacto ambiental ao dispensar o consumo de energia elétrica ou de combustíveis.
- Tecnologia social facilmente replicada pelos moradores de áreas rurais.
- Facilita o acesso à água devido à proximidade dos dessalinizadores junto às residências.

Entretanto, algumas possíveis dificuldades do uso da tecnologia de dessalinização solar devem ser analisadas antes da escolha da técnica (MALATO *et al. apud* RAID, 2017):

- Necessita de longo tempo para inativação de microrganismos, por exemplo, em dias nublados recomenda-se que a água fique exposta a luz solar dois dias consecutivos.
- O volume de água tratada gerado é muito pequeno.
- Nos casos em que a turbidez da água é muito elevada, acima de 100 uT, é necessário tempo de exposição a luz solar mais longo e a desinfecção pode não ser efetiva para todos os agentes patogênicos.

A Tabela 16 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção de infraestruturas para dessalinização solar para soluções alternativas de abastecimento de água.

¹¹ Conforme Coonap/PB, uma unidade custa em média R\$ 2,5 mil e fornece até 16 litros/dia, suficiente para atender até oito pessoas, cada qual consumindo 2 litros/dia, como recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS)

Tabela 16 – Requisitos de gestão operacional de infraestruturas para dessalinização solar

Categoria	Ações de operação e manutenção		
	Rotineira: específica a cada tecnologia	Rotineira: comum a todas as tecnologias	Não rotineira
Individual	<ul style="list-style-type: none"> • Limpar vidros do equipamento. • Remover o sal acumulado nas bandejas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar o controle da qualidade da água, para manter a sua segurança e a eficiência do serviço. • Ativar e desativar os conjuntos eletromecânicos diariamente. • Executar manobras de registros. • Limpar reservatórios. • Monitorar o desempenho de todas as etapas do tratamento. • Verificar a presença e, caso seja necessário, proceder à remoção de vetores (ex. ovos e larvas de <i>Aedes Aegypti</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Coletar amostras para a vigilância da qualidade da água, em atendimento à portaria vigente de potabilidade. • Verificar se os produtos químicos utilizados no tratamento da água atendem aos requisitos de saúde estabelecidos nas normas técnicas da ABNT. • Repor materiais.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Desinfecção, fluoretação e correção do pH

Conforme o PNSR, as etapas da desinfecção e da fluoretação devem ser adotadas em todas os projetos de abastecimento de água. Enquanto, a etapa de correção do pH pode ou não ser necessária, a depender da qualidade da água (BRASIL, 2018b). Além disso, cabe ressaltar que o Art. 24 da portaria de qualidade de água¹² estabelece que “*Toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração*”. Enquanto sobre a fluoretação, ainda consta o disposto no Art. 1 da Lei Federal nº 6.050/1974:

“Os projetos destinados à construção ou à ampliação de sistemas públicos de abastecimento de água, onde haja estação de tratamento, devem incluir previsões e planos relativos à fluoretação da água, de acordo com os requisitos e para os fins estabelecidos no regulamento dessa Lei” (BRASIL, 1974).

A **desinfecção** é uma etapa do tratamento que permite a melhoria da qualidade da

água através da inativação ou destruição de microrganismos causadores de doenças ao homem e de outros microrganismos indesejáveis, através de métodos físicos (calor e radiação solar) ou químicos. Entre os desinfetantes mais utilizados no tratamento da água de consumo, destacam-se: oxidantes químicos, como cloro (cloro gasoso, hipoclorito de sódio ou de cálcio, dióxido de cloro, etc.) e desinfetantes alternativos ao cloro (ozônio, iodo, prata, entre outros), e radiação ultravioleta (BRASIL,2006).

Os compostos com cloro são os desinfetantes mais utilizados no país, devido à alguns fatores técnicos e socioeconômicos, como a sua ação efetiva de desinfecção, o custo relativamente acessível de sua utilização, o residual ativo deixado na água (sua ação continua depois de aplicado) e a baixa rejeição do seu uso pela população.

12 Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde.

A portaria de qualidade de água do Ministério da Saúde estabelece que após o processo de desinfecção, a água distribuída deve conter um teor mínimo 0,2 mg/L de cloro residual livre¹³ ou dióxido de cloro ou de 2 mg/L de cloro residual combinado em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Além disso, o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento deve ser de 2 mg/L.

De acordo com Brasil (2015), o cloro pode ser aplicado em pequenos sistemas ou soluções alternativas por meio de alguns aparelhos, como o clorador por difusão em poços rasos; o clorador de pastilha e o clorador simplificado construído com tubos e conexões de PVC. Em sistemas para comunidades mais aglomeradas é comum a aplicação de cloro com a utilização de bombas dosadoras (Figura 27).



Figura 27 – Desinfecção da água com uso de bomba dosadora de cloro em comunidade rural do estado da Bahia.

Conforme Pádua (2010a) e RECESA (2008), a etapa de desinfecção pode ser influenciada por diversos fatores, tais como as características da água (como concentração de sólidos

dos suspensos e dissolvidos, temperatura da água, pH), a dose do produto desinfetante, o tempo de contato, a mistura do produto com a água, o pH, os tipos e a quantidade de microrganismos presentes.

A **fluoretação** é a etapa de aplicação de compostos com flúor com função de prevenção contra a cárie dental. Os compostos de flúor mais utilizados para o tratamento da água para consumo humano são: o fluorsilicato de sódio e o ácido fluorsilícico.

O ácido fluorsilícico é mais fácil de ser manipulado na hora de se dosar, contudo é muito corrosivo, exigindo cuidados especiais para ser armazenado. O fluorsilicato de sódio é fornecido como um pó sólido e apresenta solubilidade muito baixa (Figura 28). Também devem ser tomados cuidados no preparo de soluções para água com dureza elevada, pois o íon fluoreto reagirá com o cálcio e o magnésio, resultando em um precipitado que pode entupir os dosadores (RECESA, 2008).



Figura 28 – Fluoretação da água com uso de dosador de flúor.

Fonte: RECESA (2008).

¹³ Para obtenção desse residual é recomendado que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e com tempo de contato mínimo de 30 minutos.

A etapa de **correção do pH** é empregada sempre quando houver a possibilidade de distribuir a água com valores de pH fora dos limites estabelecidos pela portaria de qualidade de água (entre 6,0 a 9,5).

O aumento do pH geralmente é realizado pela adição de cal virgem ou hidratada. Enquanto a redução é obtida, conforme Brasil (2006), pela adição de gás carbônico ou um composto químico ácido. Brasil (2015), por sua vez, recomenda a utilização de um leito de pedra calcária para sistemas em áreas rurais.

Conforme Brasil (2006), os problemas causados pela corrosividade da água são de ordem sanitária (dissolução de metais indesejáveis ou desenvolvimento de biofilmes que podem abrigar organismos patogênicos), estética (ocasionando dificuldades de aceitação da água pelos moradores) e econômica (vazamentos ou rompimento de tubulações).

Por fim, ressalta-se que diversos cuidados devem ser tomados na operação das etapas de

desinfecção, fluoretação e correção do pH. A utilização dos produtos químicos em excesso, por exemplo, no caso da cloração da água pode causar gosto desagradável e rejeição da população da água distribuída. Além disso, a reação do cloro com água rica em matéria orgânica pode gerar substâncias cancerígenas (trihalometanos). Com relação ao uso de flúor, a sua aplicação em excesso pode causar prejuízos à saúde humana, como a fluorose dental (manchas nos dentes) e problemas nos ossos e articulações. A correção incorreta do pH, por sua vez, pode provocar danos às tubulações de abastecimento de água, os quais podem ser porta de entrada de microrganismos patogênicos e substâncias químicas contaminantes (RECESA, 2007).

A Tabela 17 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção de infraestruturas para desinfecção, fluoretação e correção do pH em sistemas e soluções individuais e/ou coletivas.

Tabela 17 – Requisitos de gestão operacional de infraestruturas para desinfecção, fluoretação e correção do pH da água

Categoria	Ações de operação e manutenção		
	Rotineira: específica a cada tecnologia	Rotineira: comum a todas as tecnologias	Não rotineira
Individual: Apenas desinfecção	<ul style="list-style-type: none"> Dosar produtos de cloro. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar controle da qualidade da água em atendimento às exigências da norma vigente de qualidade da água para consumo humano Monitorar as condições de funcionamento das instalações e equipamentos. Monitorar o desempenho das unidades/etapas de tratamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar se os produtos químicos estão previstos pela regulamentação vigente (Ministério da Saúde e Anvisa). Realizar controle de qualidade dos produtos químicos usados no tratamento da água de acordo com normas técnicas pertinentes da ABNT. Realizar manutenção periódica de instalações e equipamentos.
Coletiva	<ul style="list-style-type: none"> Controlar as dosagens de desinfetante, flúor e alcalinizantes. Monitorar as condições de funcionamento de instalações e equipamentos de preparo e dosagem de produtos químicos – misturadores de soluções, bombas e equipamentos dosadores de desinfetantes, flúor e alcalinizantes. 		

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Reservação e distribuição

As últimas etapas do sistema de abastecimento, a reservação e a distribuição da água, exigem cuidados especiais para a garantia da potabilidade da água tratada nas etapas anteriores.

Conforme Brasil (2015), os reservatórios têm a função de regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição. A distribuição, por sua vez, é o conjunto de tubulações, conexões, registros e peças especiais destinados a distribuir água de forma contínua a todos os usuários do sistema (Figura 29).



Figura 29 – Reservatório de distribuição de água em área rural de Marechal Cândido Rondon/PR.

Fonte: Lucas e Bohnen (2015).

A rede de distribuição nas localidades rurais, quando há, geralmente é alimentada por um único ponto, o qual em uma tubulação principal distribui para os domicílios em ramificações secundárias (BRASIL, 2015). Entretanto, em algumas comunidades rurais, devido a impossibilidade do uso de redes por causa da dispersão dos domicílios, é necessário que a distribuição de água seja realizada em um único ponto de distribuição. Esses pontos podem ser as torneiras públicas ou um chafariz.

Dessa forma, a população é responsável pelo transporte da água para seus domicílios, seja por meio de baldes ou em lombo de animais (PÁDUA, 2010b). Essas condições podem não assegurar aos moradores das áreas rurais o acesso à água, com qualidade e em quantidade necessária ao consumo humano devendo ser utilizadas em casos excepcionais.

A distribuição por veículo transportador (caminhão pipa) classificada como solução alternativa, de uso emergencial, em muitas localidades é o único acesso dos moradores à água potável. Desse modo, deve-se ter um rigoroso controle da distribuição de água nesses veículos, devido aos riscos de degradação da qualidade da água se os caminhões não forem bem operados (PÁDUA, 2010b).

O uso de cisternas para armazenamento de água de chuva é uma prática muito difundida em comunidades rurais do semiárido brasileiro. A água é captada nos telhados das superfícies das casas ou em superfícies cimentadas no terreno, sendo posteriormente armazenada em tanques de placas de concreto (Figura 30) ou de PVC. Nesses casos, como alertado por Pádua (2010b), deve-se dar atenção à limpeza dos telhados de captação, das calhas de coleta e do sistema de condução de água, além da limpeza anual do tanque das cisternas.



Figura 30 – Cisterna de placas para captação de água de chuva na Comunidade Quilombola de Pinheiros, no município de Moça Santa/MG.

A Tabela 18 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção de infraestruturas para reservação e distribuição da água em sistemas e soluções individuais e/ou coletivas.

Tabela 18 – Requisitos de gestão operacional de infraestruturas para reservação e distribuição da água

Categoria	Ações de operação e manutenção	
	Rotineira: comum a todas as tecnologias	Não rotineira
Individual: Reservação	-	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorar e realizar manutenção periódica da integridade física e estrutural da base e do próprio reservatório. • Limpar periodicamente o reservatório. • Controle de vazamentos nas instalações e extravasamento nos reservatórios.
Coletiva: Reservação e Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar controle da qualidade da água em atendimento às exigências da norma vigente de qualidade da água para consumo humano. • Monitorar as condições físicas e estruturais do sistema de distribuição. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar manutenção periódica da integridade física e estrutural de reservatórios e redes de distribuição de água. • Realizar manutenção periódica das instalações e equipamentos do sistema de distribuição (por exemplo, bombas, instalações elétricas, válvulas e registros). • Limpar periodicamente os reservatórios do sistema e os reservatórios domiciliares. • Realizar descargas e limpeza em reservatórios e na rede, periodicamente, e o controle de vazamentos nas redes e extravasamento nos reservatórios.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

04 Experiências de abastecimento de água em áreas rurais no Brasil



Objetivos do capítulo

- Apresentar referências de boas iniciativas de gestão em abastecimento de água nas áreas rurais de diversas regiões do Brasil.

Central de Associações Comunitárias para Manutenção dos Sistemas de Saneamento – Bahia



- Central de Associações Comunitárias para Manutenção dos Sistemas de Saneamento – CENTRAL/BA
- Modelo de gestão: Multicomunitário federativo
- Abrangência: 2 unidades na Bahia (65.000 hab. em 152 localidades de 23 municípios com 16.113 ligações de água)

A Central de Associações Comunitárias para Manutenção dos Sistemas de Saneamento foi fundada em 1995, sendo, portanto, a primeira experiência brasileira institucionalizada de gestão comunitária dos serviços de saneamento básico em pequenas localidades rurais. O modelo baiano de gestão comuni-

tária conta atualmente com duas unidades: Seabra e Jacobina (Figura 31 e Figura 32). As Centrais reúnem as associações comunitárias das localidades rurais, anteriormente isoladas, em uma associação de “segundo nível”, visando o alcance da sustentabilidade dos serviços de abastecimento de água e esgoto.

De acordo com Vieira (2016), a inclusão dos usuários no processo de gestão contribuiu para o desenvolvimento das pequenas localidades rurais, além de também permitir a redução da dependência de recursos públicos.

O modelo comunitário federativo para gestão do abastecimento de água surgiu por iniciativa do governo estadual da Bahia, no âmbito da Cooperação Internacional Brasil/Alemanha. A cooperação proporcionou a parceria entre a então Companhia de Engenharia Rural da Bahia¹⁴ (Cerb) e o banco de fomento alemão Kreditanstalt für Wiederaufbau – KfW para a construção de sistemas de abastecimento de água e privadas higiênicas na região da Chapada Diamantina. Desse modo, criou-se uma organização não-governamental do tipo federativo para viabilizar a manutenção e a operação dos sistemas de abastecimento de água, implantados no âmbito da parceria.



Figura 31 – Primeiro logo da Central da região de Seabra/BA.

Fonte: Vieira (2016).



Figura 32 – Central da região de Jacobina/BA.

Fonte: Vieira (2016).

Dimensão institucional

As Centrais são constituídas por associações comunitárias (entidades civis de pequenas localidades rurais) filiadas a uma federação (entidade civil), a qual atua como uma organização supracomunidades para prestação do abastecimento de água de forma compartilhada. As unidades da Central têm personalidade jurídica de direito privado sem fins lucrativos e administração própria. Os ativos dos sistemas de abastecimento são de propriedade do Estado da Bahia (GARRIDO et al.,2016).

14 A Cerb, após diversas reestruturações pelo Governo do Estado, atualmente é denominada como Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia, ainda mantendo a sigla original.

A estrutura das Centrais é formada por um organograma social e um operacional, sendo presidida pela Assembleia Geral, a qual é formada pelos presidentes de todas as associações comunitárias filiadas (Figura 33). O Conselho Deliberativo (Administrativo) e o Fiscal integram o organograma social (GARRIDO et al., 2016).

Desde o início do modelo de gestão, a Central conta com a atuação da Cerb para a elaboração de projetos e construção de sistemas de abastecimento, entretanto a mesma não se envolve na gestão. Atualmente, a Secretaria de Infraestrutura Hídrica da Bahia (SIHS) tem a atribuição de fornecer apoio à gestão dos sistemas. Além da Cerb e SIHS, tem-se a

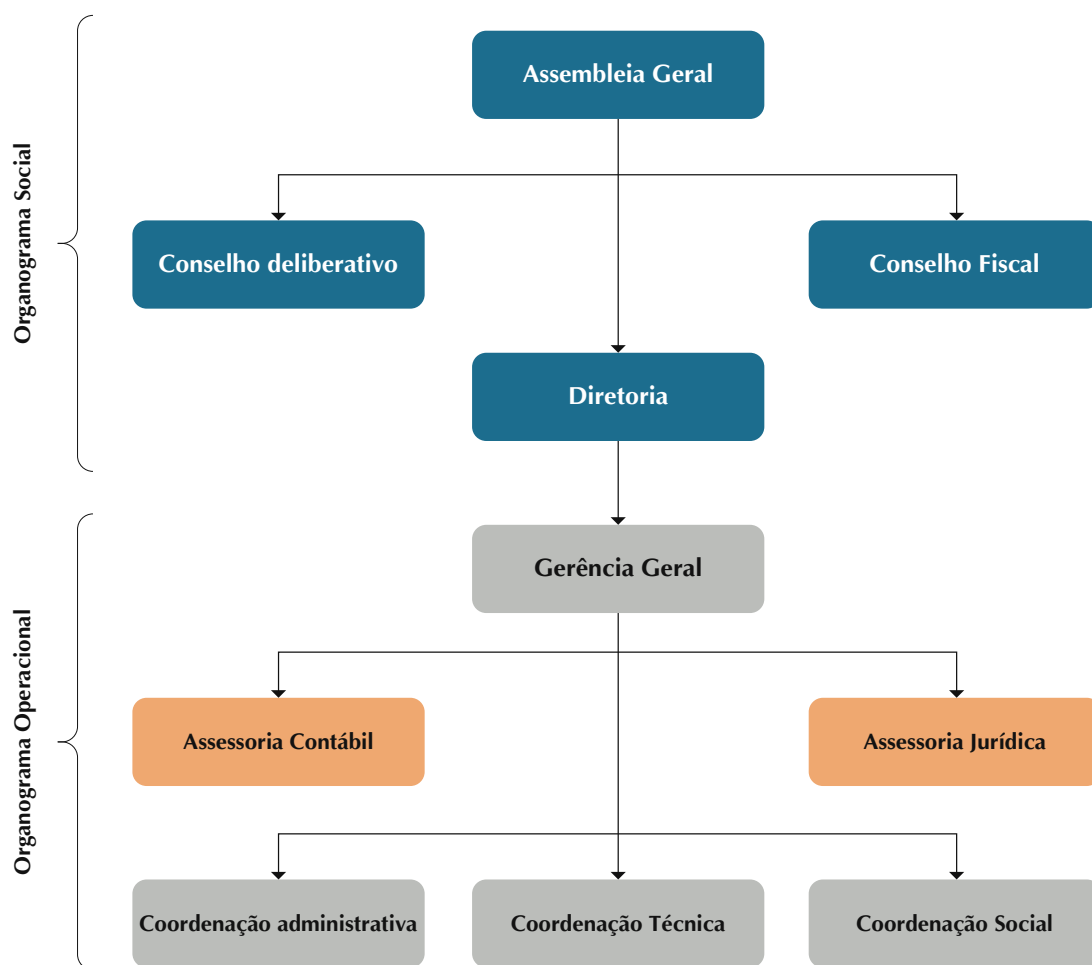


Figura 33 – Estrutura organizacional das unidades da Central.

Fonte: Adaptado de Vieira (2016).

atuação da Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (CAR)¹⁵, que implanta sistemas de abastecimento de água e sanitário domiciliar e os entrega às prefeituras baianas. A Embasa, companhia estadual de saneamento, não tem atuação no modelo da Central.

Dimensão técnica, social e de gestão

O modelo de gestão da Central está presente nas áreas rurais de 23 municípios do Estado da Bahia, sendo 15 municípios com atendimento em comunidades rurais pela unidade

¹⁵ Empresa pública de capital exclusivo do Estado da Bahia vinculada à Secretaria Estadual de Desenvolvimento Rural – SDR. A CAR gerencia o Programa Bahia Produtiva (com financiamento do Banco Mundial) e o Programa Pró-Semiárido.

de Seabra e oito pela unidade de Jacobina (Figura 34). A Central de Seabra administra 51 sistemas de abastecimento de água (Figura 35) de 63 associações comunitárias, com aproximadamente 1.088 ligações, em 100 localidades rurais. Enquanto a unidade de Jacobina é responsável pela gestão de 16 sistemas de abastecimento de água (Figura 36) e 9 sistemas de esgotamento sanitário de 33 associações, perfazendo o total aproximado de 6.026 ligações em 52 localidades rurais¹⁶ (CENTRAIS DA BAHIA,2018).



Figura 35 – Sistema de Abastecimento de Água em localidade rural da Central I.

Fonte: Vieira (2016).

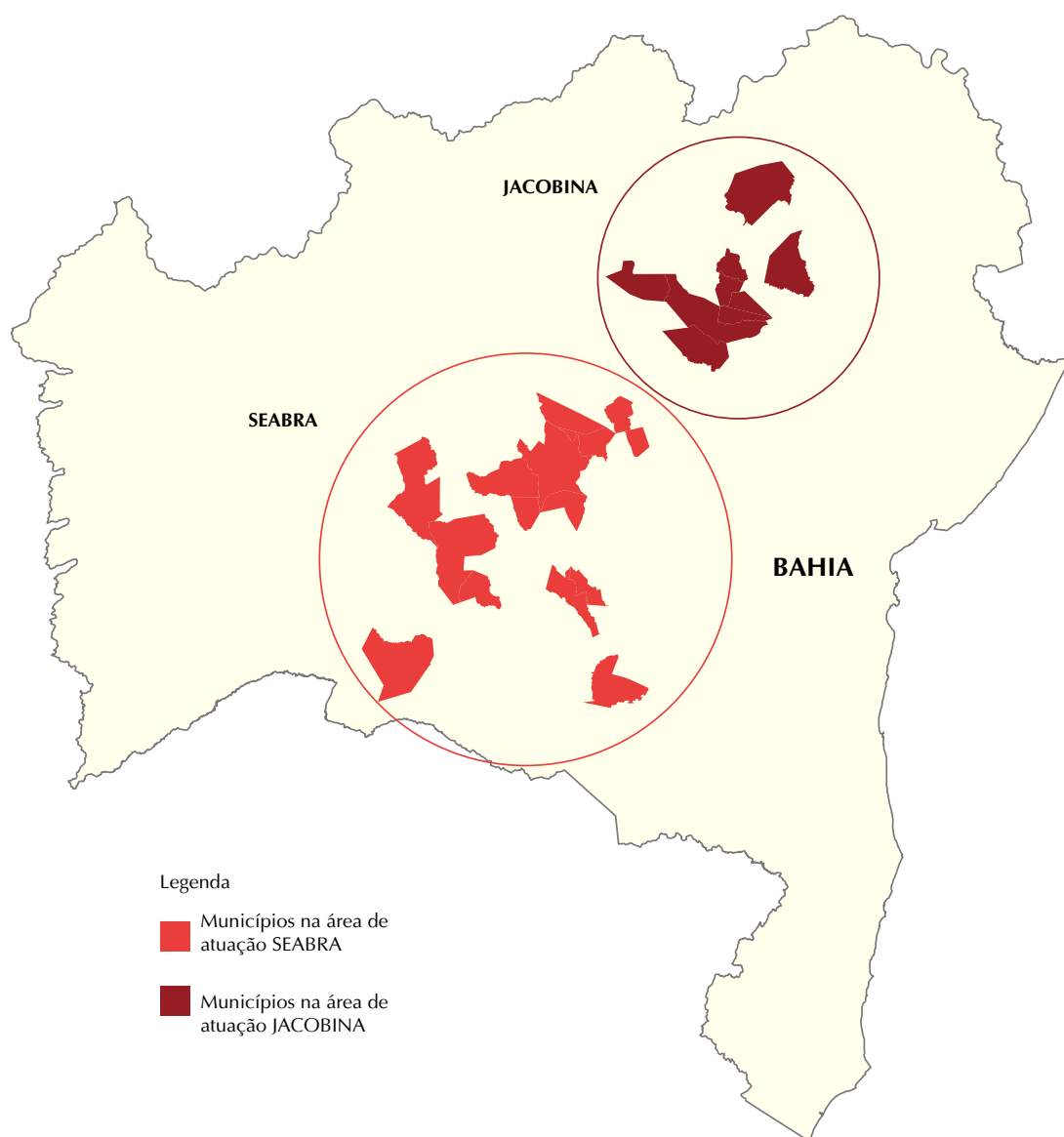


Figura 34 – Área de cobertura do modelo de gestão Central.

Fonte: Adaptado de Reinfra (2018).

16 Conforme Reinfra (2018), especificadamente no caso da Central de Jacobina, o modelo opera em comunidades com o número mínimo de 30 famílias, não havendo um número máximo.



Figura 36 – Sistema de Abastecimento de Água em localidade rural da Central II.
Fonte: Vieira (2016).

A gestão no modelo Central é compartilhada com a associação comunitária, portanto parte das atividades (operação local) é feita pela comunidade e outra parte (manutenção, controle de qualidade e fluxo financeiro) pela Central. A Figura 37 ilustra o compartilhamento de responsabilidades entre as comunidades, poder público e parceiros no modelo de gestão. As atividades rotineiras (operação, manutenção simples, leitura dos hidrômetros e entrega das contas) são desempenhadas por um operador local escolhido pela assem-

bleia da associação, entre os moradores da comunidade.

O trabalho de operação local deve ser supervisionado pela diretoria e pela assembleia geral da associação rural. Enquanto às Centrais é atribuída a administração supracomunidades, executando atividades administrativas (contratações de técnicos e compra de insumos), de fluxo financeiro (faturamento, cobrança, corte, etc.), manutenção preventiva e corretiva mais complexa, além de orientar os operadores e supervisionar a operação dos sistemas.

Com relação ao controle de qualidade da água, devido ao elevado custo para realizar as análises por conta própria, a Central de Seabra firmou um Termo de Cooperação Técnica com a Funasa para a realização das análises de qualidade da água periodicamente (REINFRA, 2018).

Conforme Garrido et al. (2016), não há entidade de auditoria técnica para avaliação das unidades da Central, além disso não foi iden-

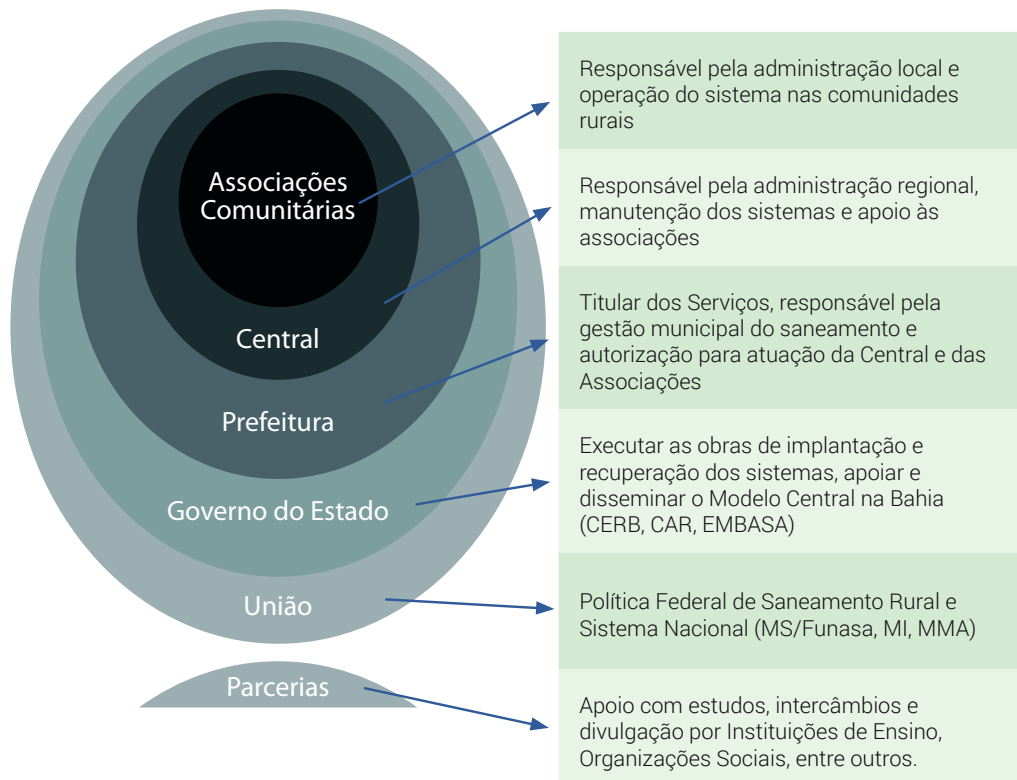


Figura 37 – Divisão de responsabilidades no modelo de gestão CENTRAL.
Fonte: Vieira (2016).

tificado pelos pesquisadores “um sistema de metas de desempenho ou de controle de custos comandado por órgão/agente externo”.

Outro aspecto importante para a sustentabilidade de ações em áreas rurais é a construção de um permanente processo de capacitação em diversos níveis. No modelo de gestão da Central o processo é realizado em pelo menos dois níveis, conforme Reinfra (2018): i) capacitação em educação ambiental e sanitária, realizada pela Coordenação Social em temas como uso consciente da água, proteção de mananciais, hábitos saudáveis de higiene, etc.; ii) capacitação técnica dos operadores e técnicos, realizada pela Coordenação Técnica em temas como: operação do sistema, uso de equipamentos de proteção individual, tratamento da água, etc.

O controle social é realizado no âmbito das associações locais e as unidades da Central não possuem autonomia de tomar decisões sem a prévia anuência das assembleias das associações (ex. reajuste de tarifas). As unidades da Central podem ser contatadas para retirada de dúvidas em relação aos sistemas mediante um número de telefone e uma página na internet (REINFRA, 2018). Verifica-se, portanto, o cumprimento do acesso da sociedade local à informação e ao controle social, direito garantido na política federal de saneamento básico. A inserção da participação na gestão é diretriz central em novas concepções de gestão pública, sendo um instrumento legítimo e necessário para a administração pública moderna.

Dimensão comercial e financeira

Com relação ao modelo tarifário, como o modelo é de gestão compartilhada tem-se uma divisão de custos entre as comunidades e as unidades da Central, como exemplificado na Figura 38. Desse modo, os seguintes custos são inseridos na fatura de cobrança da tarifa de água das comunidades filiadas às unidades da Central (GARRIDO et al., 2016):

- CENTRAL: o custo total com pessoal, contabilidade, logística e insumos para manutenção é coberto pela tarifa, cobrada pelo volume consumido ($m^3/mês$) conforme tabela tarifária;
- Associação comunitária: o custo local é rateado – i) operador local: a remuneração é definida pela comunidade como um valor fixo mensal por domicílio (R\$/ligação); ii) energia do sistema de abastecimento: dividida entre moradores de forma proporcional ao volume consumido¹⁷ (R\$ da conta de energia/ m^3); iii) taxa da associação: é um valor fixo mensal referente ao serviço de administração da associação comunitária¹⁸.

As contas são entregues pela associação local, mas a cobrança dos serviços prestados é realizada por intermédio de agentes arrecadadores do tipo bancos, lotéricas e comércios credenciados. Desse modo, o fluxo financeiro vai primeiramente para a Central e essa, por sua vez, repassa para a associação comunitária a sua parte.

Reinfra (2018) relata que para o monitoramento das áreas social e administrativa/financeira, a Central utiliza os seguintes indicadores: Associações Filiadas, Localidades Atendidas, Famílias Beneficiadas, Faturamento, Arrecadação, Receitas e Despesas.

17 Em alguns casos, a energia é rateada entre os consumidores e, em outros, a Prefeitura paga somente a energia ou a energia e o operador (REINFRA, 2018).

18 Os recursos arrecadados vão para o caixa da associação para que sejam utilizados em benefício da comunidade em qualquer projeto social, determinado pela própria comunidade.



CENTRAL DE ASS. COMUN. P/ MANUT. DOS SIS. DE SANEA
 AV. FRANKLIN DE QUEIROZ, 657 - CENTRO
 SEABRA - BA - CEP: 46.000-000
 C.N.P.J.: 00.765.746/0001-06 - Fone : (75) 3331-1481

CONTA D'AGUA

FOLHA: 1/1

ASSOCIAÇÃO ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO MOCAIMBO						CNPJ 16.255.333/0001-00			
INSCRIÇÃO 0003402.5	CLS EAR	TAR R-1	ECONOMIAS RED COM IND PUB OUT				NF/CONTA 190009683	EMISSÃO 21/02/19	MES/FAT. JAN/2019

G F GCEB MOCAIMBO/SEABRA, 20			CEP: 46.900-000			LOCALIZAÇÃO 01.30.30.0000000020		
POV. MOCAIMBO SEABRA SEABRA						DANEA		
ENDEREÇO DE ENTREGA						LOCALIZAÇÃO		

ULTIMOS CONSUMOS				SERVIÇOS E TARIFAS			
MES	FAT	CONG.	DC	COD	DESCRIÇÃO	PREST.	VALOR
JAN/19	02	000	031	001	ÁGUA		7,75
DEZ/18	06	000	030	002	OPERADOR		0,00
NOV/18	09	000	031	003	ENERGIA		0,00
OCT/18	06	000	030				
SEP/18	07	000	031				
Ago/18	04	000	031				
MÉDIA: 00005							

HIDROMETRIA									
HIDRÔMETRO	INSTALAÇÃO	LEIT. ANT.	DT. LEITURA	LEIT. ATUAL	DT. LEITURA	CONSUMO	DIAS/CONSUMO	OCO.	LEITURISTA
3141027624	07/04/15	00060	20/12/18	00067	20/01/19	00002	31	000	000

OBSERVAÇÕES		PARAMETROS DA AGUA DISTRIBUIDA					
		Portaria 2.014 de 12/12/2011 - Valores máximos permitidos					
		Reservatório			Periférico		
Parâmetros	Cor	pH	Cloro	Turbidez	Fósforo	Col. Totais	
Padrão	até 15 UH	6,0 a 8,5	até 0,5 mg/l	até 5 U/T	até 1,5 mg/l	até 5 u.u.c	
00000							
Outra Análise							

M E N S A G E M S

2ª Via da Conta Mensal

MULTA	ENCARGOS DIÁRIOS	MESOS EM DÉBITO	EXISTE(M) 001 FATURA(S), TOTALIZANDO EM R\$ 13,64	
2%	0,23	0,033%	0,01	
VENCIMENTO	15/02/2019		VALOR R\$	11,73

CONSUMIDOR

CENTRAL DE ASS. COMUN. P/ MANUT. DOS SIS. DE SANEA

NOME: G F GCEB	LOCALIZAÇÃO:			
END: MOCAIMBO/SEABRA, 20 - POV. MOCAIMBO SEABRA	01.30.30.0000000020			
INSCRIÇÃO 0003402.5	MES/FAT. JAN/2019	NF/CONTA 190009683	VENCIMENTO 15/02/2019	VALOR 11,73
0003402.01.19.190009683				
82690000000.9 11731505000.7 34020119190.5 00968300002.1				
C.A.C.M.2.0.	NÃO RASUR	AUTENTICAÇÃO NO VERSO:		



Figura 38 – Modelo de fatura da Central de Seabra.

Sistema Integrado de Saneamento Rural – Ceará



- **Sistema Integrado de Saneamento Rural do Ceará – Sisar/CE**
- **Modelo de gestão:** Multicomunitário federativo
- **Abrangência:** oito unidades no Ceará (551.487 hab. em 1.419 localidades de 146 municípios com 123.238 ligações de água)

A parceria entre o banco alemão KfW e o Brasil para a implantação de modelos comunitários de gestão do saneamento rural foi estendida para além da experiência da Central no estado da Bahia. A segunda iniciativa se deu no estado do Ceará com a instituição do Sistema Integrado de Saneamento Rural do Ceará (Sisar/CE). Esses exemplos brasileiros são semelhantes a federações de associações sem fins lucrativos, abertas à participação das associações comunitárias menores, que são responsáveis diretas pelo funcionamento de sistemas de abastecimento de água e/ou esgotamento sanitário.

O Sisar/CE foi instituído em 1996, no município de Sobral, por iniciativa da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece), com apoio do Governo do Estado do Ceará e com financiamento e assessoria do Banco KfW. O sucesso da experiência do Sisar em Sobral teve como consequência a ampliação do modelo pela Cagece, entre os anos de 2001 e 2002, de modo a replicar o modelo de gestão comunitária nas áreas rurais de todo o estado do Ceará, instituindo mais sete unidades. Portanto, atualmente são oito unidades regionais abrangendo as bacias hidrográficas do estado (em correspondência às unidades de negócio da empresa) contando com apoio constante da Cagece. Além disso, o modelo foi replicado nos estados nordestinos do Piauí e de Alagoas.

Dimensão institucional

Semelhantemente à Central na Bahia, cada unidade do Sisar/CE é uma Organização da Sociedade Civil (OSC), sem fins econômicos, com personalidade jurídica de direito privado, patrimônio e administração próprios. Subdivididas pelas bacias hidrográficas do estado, as unidades do Sisar atuam como federações regionais de associações comunitárias locais. A regionalização cria a escala necessária para propiciar o apoio, por meio de uma equipe técnica, à operação e manutenção local dos sistemas de abastecimento de água e/ou esgotamento sanitário, que é feita pelas associações filiadas e seus operadores voluntários (GARRIDO et al., 2016).

O organograma das unidades do Sisar é formado por um nível estratégico, tático e operacional, organizados de modo a propiciar o controle social e o fortalecimento da participação comunitária no modelo de gestão (Figura 39). O órgão máximo é a Assembleia Geral formada pelos representantes de todas as associações comunitárias filiadas. O Conselho de Administração (com 11 membros, sendo seis das associações e cinco de órgãos governamentais) e o Conselho Fiscal (com seis membros representantes das comunidades) integram o nível estratégico.

Conforme Reinfra (2018), os níveis tático e operacional são a chave do sucesso do Sisar, que é alicerçado nas áreas técnica (responsável pela manutenção dos sistemas e continui-

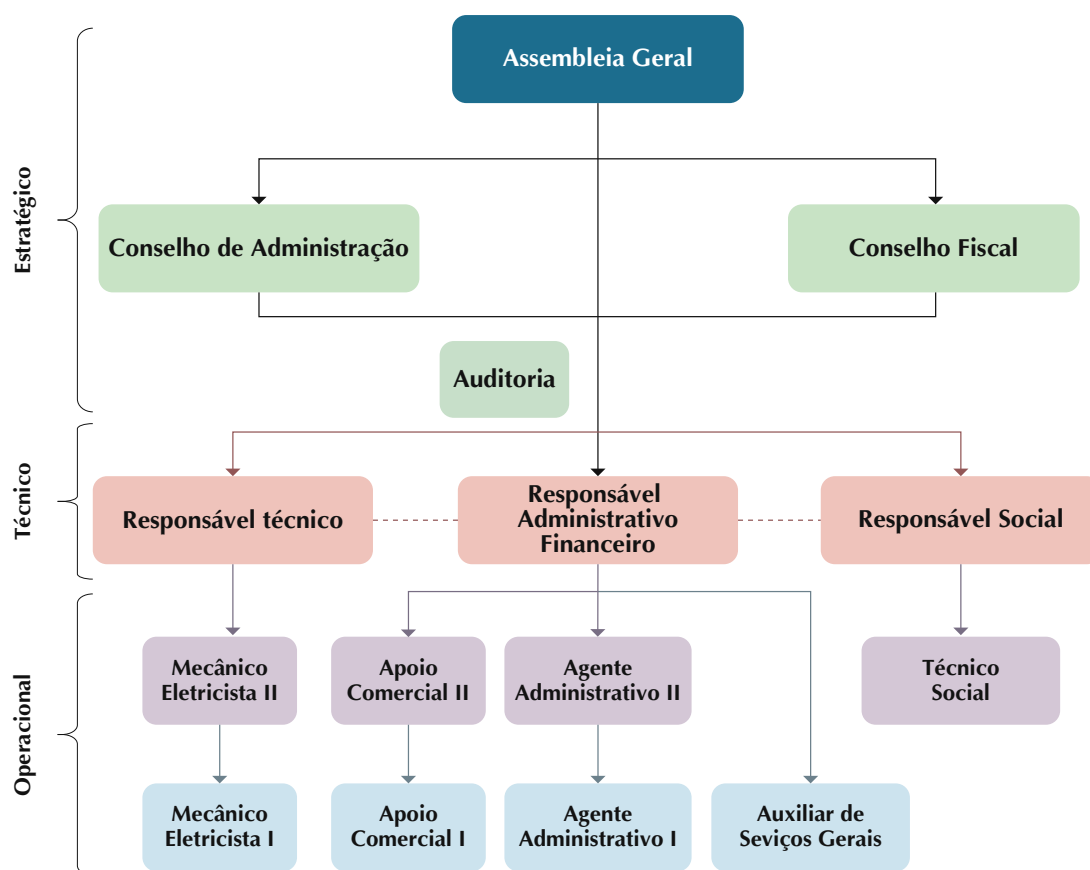


Figura 39 – Estrutura organizacional das unidades regionais do Sisar. Fonte: Adaptado de Cortez (2013).

dade dos serviços), administrativa/financeira (responsável pelo monitoramento e controle, faturamento e cobrança dos serviços) e a social (conscientização da população, filiações, campanhas educativas, etc.).

Com relação ao papel do Estado do Ceará, ele se materializa diretamente por meio do apoio técnico fornecido pela Cagece/GESAR¹⁹, em duas vias: i) na Auditoria Técnica, responsável pelo acompanhamento dos custos e monitoramento do desempenho de cada unidade; e, ii) no apoio a gestão, no qual contribui para integração das oito unidades, realiza capacitação, fornece apoio técnico e transferência

de tecnologia e os critérios empresariais da Cagece. Outras unidades operacionais da Cagece prestam apoio laboratorial e realizam serviços de manutenção de hidrômetros e macromedidores (GARRIDO et al., 2016).

Além disso, o governo estadual deu evidência ao saneamento rural em sua Política Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. A política estadual, instituída por meio da Lei Complementar nº 162/2016²⁰, dedica o capítulo IX para abordar assuntos que viabilizam a prestação de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nas zonas rurais e em comunidades urba-

19 A Gerência de Saneamento Rural (GESAR) conta com uma equipe constituída de: engenheiros, fiscais de campo, assistentes sociais, pedagogas, administradores; contadores; além de outros profissionais de apoio. Nessa gerência, são lotados funcionários que trabalham diretamente no Sisar. Também são disponibilizados veículos e estrutura física (salas, telefone, rede de computadores e internet) subsidiando assim a estrutura inicial necessária para a gestão dos sistemas e desenvolvimento do modelo Sisar (CAGECE,2017).

20 A Lei Complementar nº 162/2016, regulamentada por meio do Decreto nº 32.024, de 29 de agosto de 2016, institui que a Política Estadual para o Saneamento Rural será coordenada pela Secretaria das Cidades, com participação da Secretaria do Desenvolvimento Agrário – SDA e da Secretaria de Recursos Hídricos – SRH.

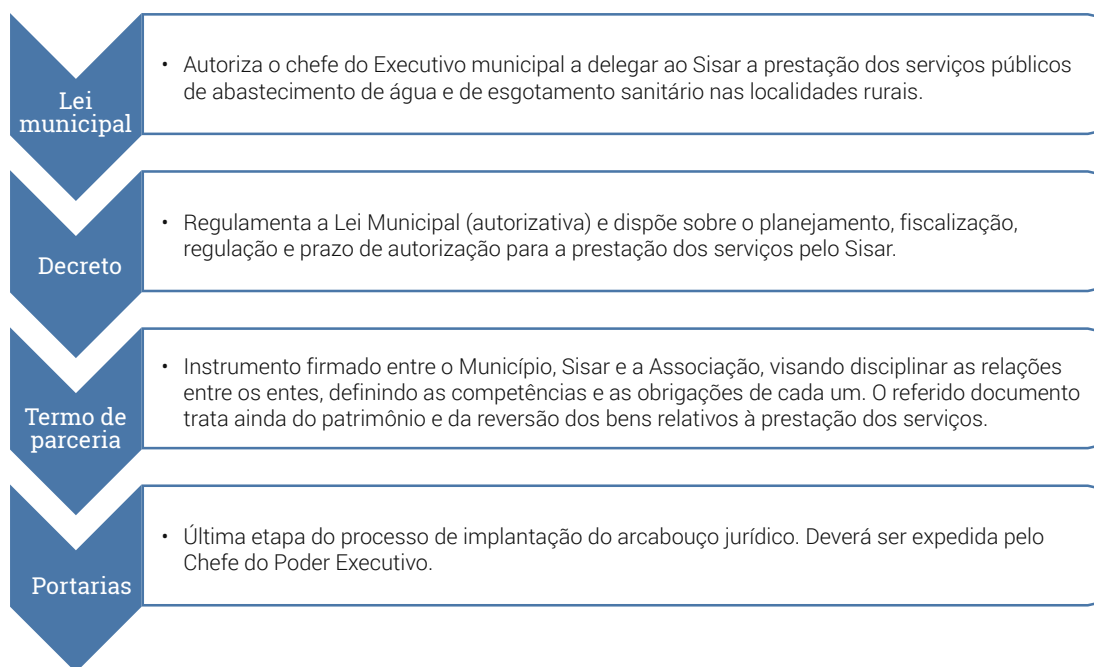


Figura 40 – Arcabouço jurídico do Sisar/CE. Fonte: Adaptado de Reinfra (2018).

nas e localidades de pequeno porte, como: a possibilidade de subsídios; a autorização da prestação dos serviços por associações comunitárias organizadas em federação; a isenção da cobrança da água para vazões insignificantes; a regulação da prestação dos serviços; e a atuação do Estado e dos municípios (REINFRA, 2018).

Em atendimento às exigências da LC nº 162/2016, o governo do Estado organizou instrumentos normativos legais para a regularização da prestação dos serviços de saneamento rural. Como demonstrado na Figura 40, o arcabouço jurídico visa gerar uma maior segurança jurídica aos municípios, Estado e SISAR.

Dimensão técnica, social e de gestão

As oito unidades do Sisar/CE atendem ao todo a uma população de 611.252 pessoas²¹ em aproximadamente 1.419 localidades ru-

rais de 146 municípios do Estado do Ceará, como representado na Figura 41, com 123 mil ligações de água (CORTEZ, 2018).

Não existe limitação da quantidade máxima de ligações que podem ser abastecidas em cada unidade regional do Sisar/CE, havendo sistemas com mais de 1.000 ligações em algumas localidades rurais atendidas pelo Sisar. O limite mínimo é fixado em 50 famílias, entretanto áreas rurais com população inferior a esse número podem ser atendidas, contanto que a operação e manutenção do sistema de abastecimento de água, apresente viabilidade técnica e financeira²² (REINFRA, 2018). Ainda de acordo com Reinfra (2018), não havendo viabilidade para instalação de um sistema coletivo, recomendam-se soluções individuais ou simplificadas (ex.: chafarizes), entretanto o modelo de gestão não abrange a operação dessas soluções. Portanto, as comunidades que almejam a filiação ao Sisar devem possuir um sistema de abastecimento de água

21 Cerca de 29% da população rural do Ceará (2.105.824 hab.) é atendida pelo Sisar em 79% dos municípios do estado.

22 Para análise da viabilidade deve ser considerado o arranjo dos subsídios cruzados entre as comunidades pertencentes a determinada unidade regional do Sisar.

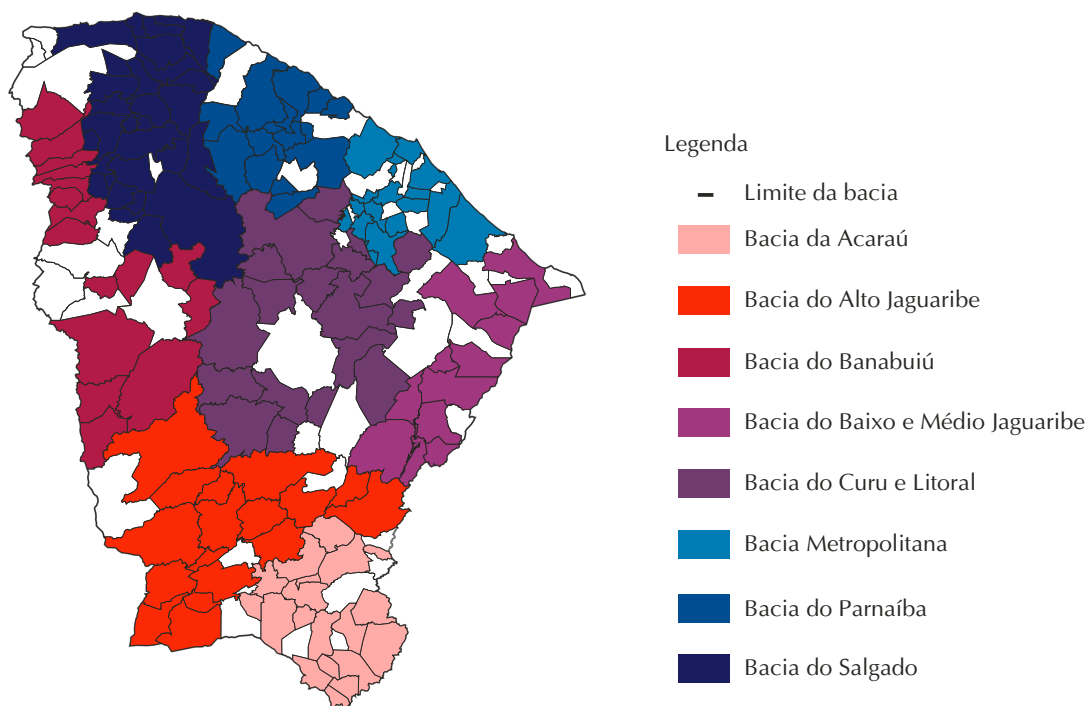


Figura 41 – Área de abrangência do Sisar/CE.
Fonte: Adaptado de REINFRA (2018).

com todos os seus componentes: captação, tratamento, reservação, distribuição e hidrometração (macro e micro).

Conforme informações da Cagece (2017), desde a sua criação em 1995 o Sisar administrava apenas sistemas de abastecimento

de águas, sendo em 2017 instalado o primeiro sistema de esgotamento sanitário no distrito de Capitão-Mor, localizado no município de Pedra Branca e filiado ao Sisar da Bacia do Banabuiú, com sede em Quixadá. A iniciativa além de coletar e tratar o esgoto gerado na comunidade rural, direcionará o efluente

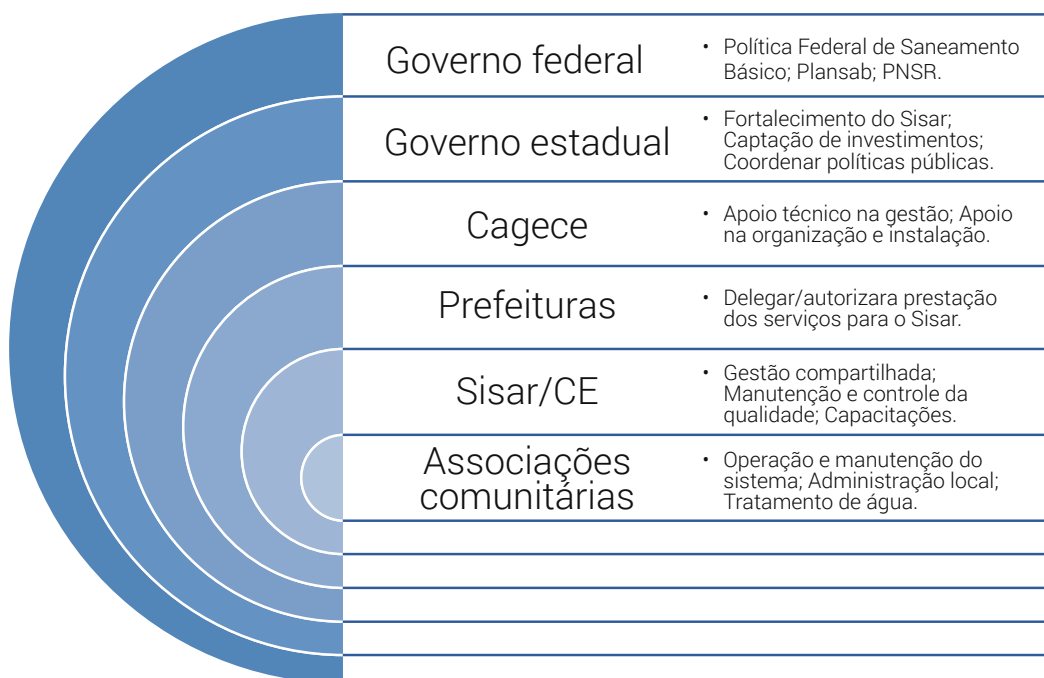


Figura 42 – Divisão de responsabilidades no modelo de gestão Sisar/CE.
Fonte: Adaptado de Reinfra (2018).

produzido no sistema para irrigação em área próxima à estação de tratamento.

A divisão de responsabilidades entre os diversos atores no modelo de gestão Sisar/CE é representada na Figura 42.

Como demonstrado na figura acima, a prestação dos serviços de abastecimento de água e/ou esgotamento no modelo Sisar/CE está fundamentada na gestão compartilhada e na auto-sustentação financeira, de modo que as ações de operação e gestão são divididas da seguinte forma, conforme Rocha (2013):

- A associação comunitária local (Figura 43): 1. O operador escolhido pela comunidade executa: i) operação cotidiana das unidades; ii) manutenção de rede e as de menor complexidade; e iii) leitura de medidores e entrega as contas. 2. Os dirigentes da associação executam: i) atividades administrativas vinculadas ao funcionamento geral do Sisar; ii) processos de capacitação; e iii) participação nas Assembleias gerais e reuniões de Conselhos.
- A unidade do Sisar, através de sua equipe de funcionários (Figura 44), executa: i) manutenção de maior complexidade; ii) análises mais complexas de qualidade da água; iii) suprimento de produtos químicos e materiais de reposição; iv) faturamento e cobrança; v) pequenas obras de expansão; vi) capacitação; vii) trabalho social e educativo; viii) limpeza de rede coletora ou de fossa séptica nos casos em que existem esses serviços.



Figura 43 – Moradores da comunidade rural do Riacho das Pedras em Tejuçuoca/CE.



Figura 44 – Equipe de funcionários do Sisar BSA em Juazeiro do Norte/CE.

Como comentado anteriormente, as atividades de operação dos sistemas, em essência, são realizadas pelos operadores locais, de modo que a associação realiza basicamente a fiscalização de seu trabalho. Como os operadores comunitários não tem vínculo empregatício com as unidades do Sisar, o quadro funcional de cada unidade é reduzido, necessitando minimamente de: um responsável administrativo/técnico, um responsável social e um mecânico eletricitista²³. Portanto, a função de operador local é voluntária não tendo acesso a direitos trabalhistas como um celetista. Entretanto, deve ser registrada no livro de ata da associação o valor da ajuda de custo do operador pelo trabalho voluntário (REINFRA, 2018).

As unidades do Sisar/CE utilizam uma série de indicadores, nos seus três eixos de atua-

23 Conforme Reinfra (2018), à medida que o número de associações filiadas aumenta, o quadro de pessoal também é reforçado. A estrutura mínima de uma unidade regional pode atender ao máximo de 10 associações filiadas.

ção, buscando monitorar, de forma organizada e precisa, a qualidade dos serviços prestados (CORTEZ, 2013):

- Indicadores sociais: quantidade de filiações, número de ações sociais realizadas, porcentagem de associações regularizadas, quantitativo de população trabalhada em reuniões.
- Indicadores técnicos: residual de cloro, número de sistemas recuperados por ano, macromedicação, prazo médio de atendimento (horas), índice de qualidade da água, índice de perdas na distribuição, índice de controle de energia elétrica (kwh/m³), eficiência na programação (percentual de ordens executadas em 24 horas).
- Indicadores administrativos/financeiros: despesa de exploração (despesa/m³ faturado), incremento de faturamento, índice de ligações ativas, eficiência de arrecadação.

A dimensão social do modelo de gestão é trabalhada por meio da promoção da mobilização comunitária e participação social. Rocha (2013) argumenta que *"o processo de capacitação inicial e o permanente trabalho social tem permitido ganhos significativos para o fortalecimento associativo das comunidades filiadas"*. Esse processo ocorre por meio de práticas e ações sociais rotineiras, como descrito por Rocha (2013):

- Visitas e reuniões com as comunidades rurais para atividades de educação socioambiental.
- Pesquisa de satisfação dos usuários.
- Reclamações, dúvidas ou sugestões podem ser resolvidas por telefone²⁴.
- Processo permanente de capacitação em diversos níveis: capacitação da equipe executiva de cada unidade regional, dos

representantes (conselheiros) de cada comunidade, dos dirigentes locais das associações, dos operadores comunitários.

- Resolução de conflitos nos seus diferentes níveis de ocorrência.

Ou seja, o papel das unidades do Sisar não se limita à operação técnica dos sistemas e manutenção dos serviços. Os esforços para desenvolvimento de um processo de empoderamento também perpassam pelas ações de dar voz e incluir a população na gestão dos serviços.

Dimensão comercial e financeira

A operação dos sistemas de abastecimento de água, em cada unidade regional do Sisar, é mantida com as receitas oriundas da tarifação comum a todas as comunidades rurais em sua área de abrangência. Como o modelo é de gestão compartilhada, entre o Sisar e as associações comunitárias locais, tem-se um sistema de tarifas sociais compostas em duas partes, como exemplificado na Tabela 19: a tarifa administrativa do Sisar (engloba pessoal, contabilidade, logística e insumos para manutenção²⁵), calculada conforme o consumo, e as despesas locais (inclui os custos do operador local, a energia e a taxa da associação comunitária). Os valores referentes a cada parte estão discriminados nas contas e são discutidos anualmente em assembleias.

A estrutura tarifária do Sisar estabelece a cobrança de um valor fixo mínimo de 10m³ de consumo de água, além disso a cobrança é baseada no consumo progressivo. A conta pode ser paga em agentes arrecadadores locais, como casas lotéricas e agências bancárias (ROCHA, 2013).

24 Reinfra (2018) também destaca que demandas podem ser enviadas para as unidades do Sisar por intermédio da ouvidoria do Governo do Estado do Ceará.

25 Segundo Cortez (2013), cada unidade regional do Sisar possui, em média, a sua disposição: uma sala dentro das Unidades de Negócio Cagece ou em local externo, cinco veículos, quatro computadores e nove funcionários.

Tabela 19 – Exemplo de composição de tarifas do Sisar


Tarifa SISAR ¹		
Consumo de água 0 – 10m ³	R\$ 10,90	Valor para a gestão do sistema, pagamento de funcionários, emissão de contas, manutenção, produtos químicos, reposição de peças e equipamentos.
Rateio dos custos locais ²		
Operador	R\$ 2,50	Rateio repassado ao indivíduo que, localmente, opera o sistema, dosando produtos químicos, cuidando da ETA, realizando pequenos consertos, fazendo leitura dos hidrômetros e entregando as contas, contatando o Sisar para manutenções maiores ou problemas que levam à parada do sistema.
Energia elétrica	R\$ 2,50	Rateio do custo da energia elétrica do sistema.
Taxa da associação	R\$ 1,00	Valor para composição de um fundo próprio, a ser utilizado em benefício da comunidade, em qualquer projeto social, determinado pela própria comunidade.
Total	R\$16,90	

Obs.: (1) Valores variáveis conforme as definições adotadas em assembleias em cada comunidade rural integrante dos sistemas. Fonte: Rocha (2013) e Castro (2015).

Como apontado por Reinfra (2018) e Rocha (2013), a tarifa não cobre os investimentos em novos sistemas que venham a aderir ao Sisar e em reabilitações da infraestrutura. Esses investimentos se originam de diversas fontes, como o financiamento do banco KfW, por intermédio de um empréstimo do governo do Ceará, o qual funcionou como “semente” do modelo. O “Projeto São José, com

financiamento do Banco Mundial, é outro programa de vulto há longos anos. Em menor grau existem ainda programas diversos do Governo do Estado, por meio da Sohdra, e do Governo Federal, por intermédio da Funasa, a qual em convênio com os municípios financia sistemas que posteriormente são filiados ao Sisar (ROCHA, 2013).

SAAE de Marechal Cândido Rondon – Paraná



- **Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE de Marechal Cândido Rondon, Paraná**
- **Modelo de gestão:** Gestão comunitária dirigida por autarquia municipal
- **Abrangência:** 100% da população rural (5.701 hab. abastecidos por 41 sistemas com 1.799 ligações)

O município de Marechal Cândido Rondon possui uma população de 52.379 habitantes²⁶, localizado na Mesorregião Oeste Paranaense sendo aproximadamente 7,6 mil habitantes

²⁶ Estimativa de população em 2018 realizada pela Coordenação de População e Indicadores Sociais da Diretoria de pesquisas do IBGE.

na zona rural com uma grande demanda de água devido à intensa atividade econômica da agricultura e da pecuária (ASSEMAE, 2017; IBGE, 2018). Mesmo com o grande desafio de fornecer água de qualidade para uma população significativa dispersa por uma grande área²⁷, o **Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE de Marechal Cândido Rondon**²⁸ conseguiu universalizar o acesso ao abastecimento de água das famílias residentes na área rural do município (1.850 famílias).

Dimensão histórica e institucional

O Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE do município de Marechal Cândido Rondon é uma autarquia municipal criada através da Lei municipal nº 223, de 19 de agosto de 1966, com a atribuição de prestação de serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no âmbito do município (área urbana, rural e distritos).

Segundo Lucas e Bohnen (2015), a autarquia iniciou no ano de 1999 o trabalho de construção de sistemas comunitários de abastecimento de água no município de Marechal Cândido Rondon. O próprio SAAE foi o responsável pelo desenvolvimento dos projetos e pela execução das obras dos sistemas em conjunto com a prefeitura municipal. Conforme os autores, a universalização do acesso na área rural foi alcançada no ano de 2008 com a construção de 41 Sistemas de Abastecimento de Água Coletivo (SAC). Entretanto, ressalta-se que o desafio de garantia da potabilidade permaneceu.

Conforme Assemae (2017), destaca-se também na iniciativa de Marechal Cândido Rondon a criação da Lei Municipal nº 4.244, de julho de 2010, que permite a prestação

dos serviços de saneamento, nas áreas rurais de pequeno porte por associações constituídas especificadamente para essa finalidade. A lei estabelece ao SAAE a responsabilidade pela qualidade, pontualidade e demais condições dos serviços de saneamento.

Em 19 de dezembro de 2018 foi apresentada, através da Lei municipal nº 5.099, a alteração da Lei municipal sobre o saneamento rural nº 4.244. O novo instrumento legislativo alterou o art. 8º da Lei nº 4.244 e instituiu o “Programa de Incentivo aos Sistemas Rurais”, que consiste em oferecer às associações comunitárias um desconto de até 50% nos serviços de análise de água e manutenção dos equipamentos para cloração, com o propósito de garantir o tratamento da água distribuída.

Conforme a autarquia, para utilizarem esse incentivo as associações devem: (i) obrigatoriamente realizar a cloração das fontes de abastecimento das respectivas Linhas, conforme preconiza as portarias do Ministério da Saúde; (ii) manter atualizado o cadastro da diretoria da associação, e (iii) informar mensalmente ao SAAE o volume de água medido através de micro e macromedição (SAAE MCR, 2019).

Dimensão técnica, social e de gestão

De acordo com Assemae (2017), a universalização na área rural foi alcançada com a implantação de 41 sistemas, denominados como Solução Alternativa Coletiva – SAC, compostos essencialmente por: captação (por um ou mais poços subterrâneos), tratamento, reservatório, rede de distribuição²⁹ e hidrômetros (Figura 45 e Figura 46). A instalação dos sistemas coletivos permitiu o abandono do uso por parte dos moradores de soluções familiares improvisadas, como minas

27 Foi necessária a instalação de 712 km de rede de distribuição para fornecer água a toda população rural.

28 Para efeitos de simplificação será adotado a sigla SAAE MCR nesse documento.

29 Conforme as informações do PMSB, foram implantados um total de 755.508 metros de rede pelo SAAE na área rural do município de Marechal Cândido Rondon. Desse modo, têm-se uma relação de 393 m/ligação, 124 m/hab. e 3,17 hab./ligação.

e poços rasos, com alto índice de contaminação microbiológica.

Como as fontes de captação adotadas são poços profundos ou minas com água de classe especial, os SAC utilizam apenas um sistema simplificado de tratamento com simples desinfecção. Conforme Lucas e Bohnen (2015) todos os equipamentos de cloração instalados pelo SAAE MCR utilizam soluções à base de Tricloro Isocianurato de Sódio.



Figura 45 – SAC no distrito de Margarida que abastece 64 ligações na Linha Gruta/Vorá.

Fonte: AMPLA (2016).



Figura 46 – Reservatório de distribuição de SAC em área rural de Marechal Cândido Rondon.

Fonte: Lucas e Bohnen (2015).

Os sistemas de abastecimento foram construídos na parceria do SAAE com as associações de moradores, o município e o governo estadual³⁰. Finalizada a construção dos sistemas, a gestão dos SAC foi repassada pelo SAAE para as associações comunitárias após: i) assinatura de um Termo de Cessão de Uso e/ou Contrato de Prestação de Serviços; e ii) treinamento dos dirigentes locais para operação dos sistemas.

Assemae (2017) comenta que o SAAE prestou assistência às comunidades na criação dos estatutos das associações, além da assistência técnica e administrativa contínua com serviços como: análises de água, manutenção de equipamentos, gestão financeira, engenharia, eletricista, encaminhamento de outorgas, etc.

Conforme as informações do Plano Municipal de Saneamento Básico de Marechal Cândido Rondon, na prática o SAAE foi responsável pela implantação dos poços de captação de água bruta e das redes de distribuição de água potável, no entanto, não é o responsável pela manutenção e operação desses sistemas coletivos, mas é contatado em casos emergenciais que necessitam de mão de obra mais qualificada para a regularização do sistema (AMPLA, 2016).

O SAAE também se destaca pela realização do projeto de construções de cisternas rurais para captação de águas pluviais, iniciado no ano de 2015, em parceria com a prefeitura municipal e apoio da Itaipu Binacional (Figura 47). O projeto, elaborado a partir de um diagnóstico³¹ realizado pela autarquia, objetiva a construção de cisternas para utilização em atividades agroindustriais. Cada cisterna enterrada, especialmente desenvolvidas para atividades de suinocultura, tem capacidade para armazenar 500 mil litros de água da chuva (Figura 48) (REGELMEIER, 2016).

30 Para alguns projetos houve uma parcela de investimento por parte do Estado, principalmente na perfuração de poços profundos (LUCAS; BOHNEN, 2015).

31 Conforme apontado pelo estudo, as 473 propriedades rurais de Rondon consomem mais água que os 48.000 habitantes da área urbana do município.



Figura 47 – Piloto do Projeto de Cisternas Coletoras de Água da Chuva em propriedade rural do distrito de Iguiporã.

Fonte: SAAE MCR.



Figura 48 – Cisternas Coletoras de Água da Chuva com capacidade de 500m³ de água em uma propriedade rural localizada em Linha Ajuricaba.

Fonte: SAAE MCR.

Dimensão comercial e financeira

A prefeitura municipal captou os recursos para implantação dos sistemas com o governo do estado do Paraná, basicamente para perfuração de poços, e estabeleceu parceria com a empresa Itaipu Binacional para fornecimento de reservatórios (ASSEMAE,2017).

Os moradores das comunidades rurais contribuíram financeiramente em cada ponto de ligação de água. Desse modo, foi necessário realizar o parcelamento do valor para as famílias identificadas, por meio de estudo social, que possuíam baixa capacidade de pagamento. As associações de moradores são responsáveis por arcar com os custos da operação e manutenção dos sistemas, além do custo do controle de qualidade da água.

Sanear Amazônia – Acre, Amapá, Amazonas e Pará



- **Projeto Sanear Amazônia – Acre, Amapá, Amazonas e Pará**
- **Modelo de gestão:** Organização Não Governamental, com financiamento de ministério do governo federal
- **Abrangência:** 14 municípios dos estados do Acre, Amapá, Amazonas e Pará

O **Projeto Sanear Amazônia** tem como meta a viabilização do acesso ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário para as comunidades de reservas extrativistas da Amazônia. Para o alcance dessa meta, o Sanear adotou a implantação das seguintes tecnologias sociais: o “Sistema de Acesso à Água Pluvial Multiuso Comunitário” e o “Sistema de Acesso à Água Pluvial Multiuso Autônomo” (Figura 49), (MCM, 2015).

Dimensão institucional

As primeiras unidades das tecnologias sociais foram construídas no ano de 2009 em comunidades extrativistas do Médio Juruá, no Amazonas pela Associação dos Produtores Rurais de Carauari – Asproc.

Com o sucesso da iniciativa, no ano de 2013 a tecnologia foi instituída como política pú-

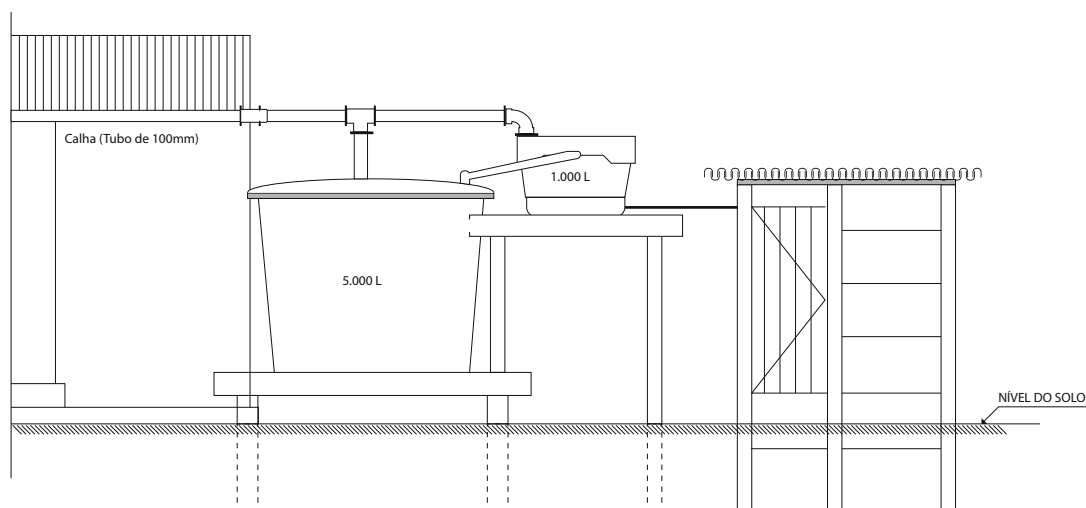


Figura 49 – Modelo do Sistema de Acesso à Água Pluvial Multiuso Autônomo.
Fonte: SESAN (2014).

blica pelo Governo Federal, através da Lei nº 12.873 (Programa Cisternas), de 24 de outubro de 2013, do Decreto nº 8.038, de 04 de julho de 2013, e da Portaria do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) nº 130, de 14 de novembro de 2013.

A tecnologia foi vencedora em 2015, na categoria “Comunidades Tradicionais, Agricultores Familiares e Assentados da Reforma Agrária”, do Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social.

A parceria do MDS com o Memorial Chico Mendes (MCM), o Conselho Nacional das

Populações Extrativistas (CNS), e outras entidades parceiras, por sua vez, permitiu a reaplicação para até 2.800 famílias dos estados do Acre, Amapá e Pará, além do Amazonas (FBB, 2015; MCM, 2015).

Dimensão técnica, social e de gestão

O público-alvo dos projetos são 2.800 famílias com renda *per capita* de até meio salário mínimo, residentes em reservas extrativistas e sem acesso à água potável (Tabela 20).

Tabela 20 – Metas de atendimento do Projeto Sanear Amazônia

UF	RESEX	Área(ha)	Famílias atendidas	Municípios
AC	Chico Mendes	931.537,14	500	Xapuri, Rio Branco, Brasiléia e Assis Brasil
AP	Rio Cajari	532.397,20	500	Laranjal do Jari e Mazagão
AM	Médio Juruá	251.577,13	500	Carauari
	Baixo Juruá	187.980,70	170	Juruá e Uariní
PA	Arióca Pruanã	83.445,125	260	Oeiras do Pará
	Mapuá	93.746,34	300	Breves
	Soure	29.578,36	200	Soure
	Terra Grande Pracuúba	194.867,63	370	Currálinho e São Sebastião da Boa Vista
Área total		2.305.129,63	2.800	14 municípios

Fonte: MCM (2015).

Resumidamente, a implantação do Sistema Pluvial Multiuso segue três etapas (MCM, 2015):

- 1) Mobilização, seleção e cadastramento das famílias.
- 2) Capacitação das famílias atendidas e das pessoas responsáveis pela construção sobre o uso adequado da tecnologia, gestão da água e saúde ambiental.
- 3) Construção dos componentes físicos associados às tecnologias sociais implantadas.

O sistema unifamiliar, para atendimento de famílias isoladas (Figura 50), utilizado no Sanear consiste em: i) uma estrutura para captação de água de chuva no telhado (Figura 51); ii) um reservatório elevado de 1.000 litros, com uma unidade de filtração lenta; iii) um reservatório complementar de 5.000 litros (Figura 52); e v) uma Instalação Sanitária Domiciliar – ISD (Figura 53), com quatro pontos de uso (pia, chuveiro, vaso sanitário e pia de cozinha) e uma fossa.



Figura 50 – Sistema autônomo pronto.

Fonte: FBB (2017).



Figura 51 – Instalação do tubo de PVC para descarte da 1ª água.

Fonte: FBB (2017).



Figura 52 – Reservatórios elevados de 1000 e 5000L.

Fonte: FBB (2017).



Figura 53 – ISD de placas pré-moldadas de concreto.

Fonte: FBB (2017).

Os sistemas comunitários, com capacidade de 15 mil litros, construídos quando há proximidade de pelo menos seis residências incluem unidades de captação, tratamento e redes distribuição comunitárias (Figura 54).



Figura 54 – Sistema comunitário construído em reserva extrativista.

Fonte: FBB (2017).

A ISD consiste em uma estrutura física composta por um cômodo anexo ao domicílio³². O material de construção das instalações é

modificável, sendo a escolha entre madeira e placas de concreto pré-armado, ou ambos. O mais usual e recomendável é que a ISD seja construída com as placas de concreto. Entretanto, a variabilidade faz-se necessária devido à disponibilidade local do material construtivo e questões de acessibilidade e transporte para as comunidades mais isoladas.

Adaptações nos projetos também devem ser realizadas de acordo com o terreno do local da instalação. Na região amazônica, os domicílios nas áreas rurais podem estar instalados em regiões de várzea, nas quais o nível da água dos rios sobe, mantendo o terreno alagado por águas barrentas um longo período do ano³³. Essas adaptações implicam maior quantidade de material e conseqüentemente em maior custo, em comparação com a construção das mesmas tecnologias em ambientes de terra firme.

32 A proximidade justifica-se pela necessidade de proporcionar maior conforto e segurança dos usuários no uso das instalações sanitárias. Além disso, a fonte de água dos banheiros é a água da chuva captada nos telhados e armazenada nos reservatórios de 1000L e 5000L.

33 Em algumas regiões, a inundação prolonga-se por seis meses e a água pode elevar-se até 12 metros de altura.

Referências

- AMPLA. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Marechal Cândido Rondon**. Florianópolis, SC: [s.n.], 2016.
- ASSEMAE. **Experiências municipais exitosas em saneamento**. 1 ed ed. Brasília: Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento – ASSEMAE, 2017.
- BARROS, R. T. DE V. **et al.** Saneamento e saúde pública. In: BARROS, R. T. DE V. **et al.** (Org.). **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios – Volume II**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.
- BRASIL. **ANEXO XX – Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. [S.l.]: Ministério da Saúde. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/sau-delegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html#ANEXOXX>, 2017.
- BRASIL. **Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde Portaria no 3.069, de 21 de maio de 2018**. Brasil: [s.n.], 2018a.
- BRASIL. **LEI nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasil: [s.n.]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>, 2007 BRASIL. **Manual de Saneamento**. 4. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2015.
- BRASIL. **PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília: [s.n.], 2014.
- BRASIL. **Programa Nacional de Saneamento Rural – PNSR (Versão Consulta Pública)**. Brasília, DF: [s.n.], 2018b.
- BRASIL. **Programa SUSTENTAR Saneamento e Sustentabilidade em Áreas Rurais**. Brasília, DF, Brasil: Fundação Nacional de Saúde, 2018c.
- CAGECE. **Sistema Integrado de Saneamento Rural**. Disponível em: <<https://ww2.cagece.com.br/aces-so-a-informacao/institucional/competencias/535-sistema-integrado-de-saneamento-rural>>. Acesso em: 13 fev. 2019.
- CASTRO, S. V. DE. **Análise do sistema integrado de saneamento rural – Sisar, em sua dimensão político-institucional, com ênfase no empoderamento das comunidades participantes**. 2015. 244 f. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2015.
- CENTRAIS DA BAHIA. **Centrais de Associações Comunitárias para Manutenção dos Sistemas de Saneamento – Programas e Expectativas**. 2018, Quixadá: [s.n.], 2018.
- CORTEZ, H. DOS S. **Modelo de Gestão Sisar – Ceará**. 2013, Belo Horizonte: [s.n.], 2013.
- CUMBI, H. A. **Avaliação do desempenho de mantas sintéticas não tecidas no tratamento de água para consumo humano visando utilização em comunidades rurais: ensaio em escala piloto**. 2013. UFMG, 2013.
- DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2005.
- FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996.
- FBB. **Dessalinizadores solar**. Disponível em: <<http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisar-tecnologias/dessalinizadores-solar.htm>>.
- FBB. **Manual Sistema de Acesso à Água Pluvial para Consumo das Comunidades Extrativistas**. Brasília, DF: [s.n.], 2015. Disponível em: <<http://tecnologiasocial.fbb.org.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A915916EADB01594587C7B116ED&inline=1>>.
- GARRIDO, J. **et al.** **Estudo de modelos de gestão de serviços de abastecimento de água no meio rural no Brasil – Parte 2**. 1. ed. Brasília: Banco Mundial, 2016.
- IBGE. **Estimativas da população**. [S.l.]: Diretoria de Pesquisas: Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2018

- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.
- LUCAS, M. S.; BOHNEN, L. I. K. Os desafios de monitorar a qualidade da água nos SAC da área rural. 2015, Poços de Caldas: ASSEMAE, 2015. p. 1-8.
- MCM. **Projeto Sanear Amazônia**. Disponível em: <<http://memorialchicomendes.org/projeto-sanear-amazonia/>>. Acesso em: 16 jan. 2018.
- PÁDUA, V. L. DE. Introdução ao tratamento de água. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010a.
- PÁDUA, V. L. DE. Soluções alternativas desprovidas de rede. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. DE (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010b.
- RAID, M. A. DE M. **Soluções técnicas de abastecimento de água e modelos de gestão: um estudo em quinze localidades rurais brasileiras**. 2017. 206 f. Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.
- RECESA. **Abastecimento de água: operação e manutenção de estações de tratamento de água: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Belo Horizonte: NUCASE, 2008.
- RECESA. **Qualidade da água e padrões de potabilidade: abastecimento de água: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Belo Horizonte: NUCASE, 2007.
- REGELMEIER, F. A. Projeto piloto cisternas rurais: Parceria SAAE – Itaipu. 2016, Campinas, SP: XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2016. p. 18.
- REINFRA. **Acesso à água nas regiões norte e nordeste do Brasil: desafios e perspectivas**. Fortaleza: [s.n.], 2018.
- ROSSETTO, A. M.; LERÍPIO, A. DE Á. Gestão de Políticas Públicas de Saneamento Básico. In: PHILIPPI JR, A.; GALVÃO JR, A. DE C. (Org.). **Gestão do saneamento básico: abastecimento de água e esgotamento sanitário**. 1 ed ed. Barueri, SP: Manole, 2012. p. 18-41.
- SAAE MCR. **SAAE lança o Programa de Incentivo aos Sistemas Rurais**. Disponível em: <http://www.saaemcr.com.br/noticias/saae_lanca_o_programa_de_incentivo_aos_sistemas_rurais.html>. Acesso em: 25 abr. 2019.
- SANTOS, F. B. **Bacia Hidrográfica**. Disponível em: <<http://www.cuidadosrios.eco.br/bacia-hidrografica/>>. Acesso em: 13 ago. 2019.
- SANTOS, V. S. DOS. **Ciclo da água**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/ciclo-agua.htm>>. Acesso em: 13 ago. 2019.
- SEAD. **Caderno de boas práticas de ATER – 2015**. Brasília, DF: Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário, 2016.
- SENS, M. L. Tratamento de água de abastecimento em meio rural. In: SENS, M. L.; SEZERINO, P. H.; CAPANEMA, M. A. (Org.). **Saneamento rural**. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. p. 17-54.
- SESAN. **Instrução Operacional SESAN no 05/2016, de 28/11/2016**. Brasília, DF, DF: [s.n.], 2016
- SESAN. **Instrução Operacional SESAN no 08, de 9/10/2014**. Brasília, DF, Brasil: [s.n.]. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/seguranca_alimentar/cisternas_marcolegal/tecnologias_sociais/Sistema_Pluvial_Multiuso_Autonomo_para_Ambiente_de_Varzea08/IO_SESAN_n8_09102014_ANEXO.pdf>, 2014
- TANGERINO, E. P.; CAMPOS, L. C.; BRANDÃO, C. C. S. Filtração Lenta. In: PÁDUA, V. L. DE (Org.). **Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 237-274.



Missão

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

Visão de Futuro

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.



Fundação
Nacional
de Saúde



MINISTÉRIO DA
SAÚDE



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL