

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

Caderno Didático/Técnico para Curso de Gestão de Sistemas de Esgotamento Sanitário em áreas rurais do Brasil



FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

**Caderno
Didático/Técnico
para Curso de Gestão de
Sistemas de Esgotamento
Sanitário 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 esgotamento sanitário em áreas rurais do Brasil / Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2020.

53 p.

ISBN 978-65-5603-004-3

1. Saneamento Básico. 2. Redes de Esgoto. 3. Zona Rural. I. Título.

CDU.628.3

Catálogo na fonte – Divisão de Museu e Biblioteca – Funasa

Títulos para indexação

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

Em espanhol: Cuaderno didáctico / técnico para el curso sobre gestión de sistemas de alcantarillado en zonas rurales de Brasil

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

Caderno Didático/Técnico para Curso de Gestão de Sistemas de Esgotamento Sanitário em áreas rurais do Brasil



Brasília – DF

2020

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CNS – Conselho Nacional das Populações Extrativistas

CEDAPP – Centro Diocesano de Apoio ao Pequeno Produtor

CEPAGRO – Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo

Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

Epagri – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Funasa – Fundação Nacional de Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ISD – Instalação Sanitária Domiciliar

MCM – Memorial Chico Mendes

MS – Ministério da Saúde

NBR – Norma Brasileira

ONG – Organização Não Governamental

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PNSR – Programa Nacional de Saneamento Rural

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

Samae – Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto

Sesai – Secretaria Especial de Saúde Indígena

SUS – Sistema Único de Saúde

TEvap – Tanque de Evapotranspiração

UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors

WHO – World Health Organization

SUMÁRIO

Apresentação	6
Capítulo 01. Introdução	8
A composição e os tipos de esgotos	10
A importância dos serviços de esgotamento sanitário	11
Os sistemas e as soluções individuais de tratamento de esgotos	12
Níveis de tratamento de esgotos	13
Tratamento preliminar	13
Tratamento primário	14
Tratamento secundário	14
Tratamento terciário	14
Capítulo 02. Gestão do esgotamento sanitário em áreas rurais	15
Gestão compartilhada dos serviços e soluções de esgotamento	16
Nível domiciliar	17
Nível local	18
Nível municipal	19
Nível intermunicipal	21
Capítulo 03. Alternativas tecnológicas para o tratamento de esgotos em áreas rurais	22
Tanques sépticos	23
Reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (Reatores UASB)	27
Lagoas de estabilização	29
Wetlands construídos (Sistemas alagados construídos)	30
Banheiros com fossas secas	32
Tanques de evapotranspiração	34
Círculo de bananeiras	36
Capítulo 04. Experiências de esgotamento rural no Brasil	38
São Ludgero 100% Esgoto Sanitário Tratado – Santa Catarina	38
Sanear Amazônia – Acre, Amapá, Amazonas e Pará	41
Banheiro Seco Cepagro/Cedapp – Pernambuco	46
Referências	52

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.
- 3) Dessa forma, o *Caderno Didático/Técnico para Curso de Gestão de Sistemas de Esgotamento Sanitário 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 tratamento de esgotos.

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 administrativa, 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.

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 à 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 esgotamento sanitário 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 esgotamento sanitário propostas. Além disso, as intervenções propostas devem assegurar o acesso ao esgotamento 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 ferramen-

tas metodológicas para sensibilizar e capacitar os gestores municipais em sua tarefa de orientar a população rural.

A composição e os tipos de esgotos

Os esgotos ou águas residuárias são o volume de água remanescente de atividades domésticas ou industriais, como o banho, descarga do vaso sanitário, limpeza de roupas e louças, processos produtivos, etc. Dessa forma, os esgotos podem ser classificados como esgotos domésticos ou esgotos industriais, de acordo com a sua origem.

Além da água, o esgoto reúne numerosas substâncias e micro-organismos que alteram suas características físico-químicas e biológicas, como matéria orgânica, sólidos em solução ou suspensão, micro-organismos patogênicos e não patogênicos, resíduos tóxicos e nutrientes que podem contaminar o meio ambiente e oferecer risco à saúde da população (Figura 1). Devido ao seu potencial poluidor, é imprescindível que o esgoto seja coletado e tratado antes de ser lançado no meio ambiente.



Figura 1 – Composição dos esgotos sanitários.

Os esgotos são conduzidos em sistemas de tubulações coletoras até as estações de tratamento. Nesse processo, eventuais contribuições indevidas conhecidas como águas de infiltração, provenientes do escoamento superficial e de possíveis infiltrações na rede coletora (tubulações defeituosas, juntas, conexões, poços de visita e outras unidades da rede), se somarão ao volume de esgoto doméstico e industrial (BRASIL, 2015).

A importância dos serviços de esgotamento sanitário

Conforme as diretrizes nacionais para o saneamento básico, expressas na Lei nº 11.445/2007, o esgotamento sanitário é *"constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente"* (BRASIL, 2007).

O acesso às soluções adequadas de esgotamento sanitário em uma comunidade rural tem como objetivos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008):

- 1) Coleta dos esgotos em soluções individuais ou sistemas coletivos.
- 2) Afastamento rápido e seguro dos esgotos.
- 3) Tratamento adequado e disposição sanitariamente segura dos esgotos.

Além de atender necessidades humanas básicas de saúde, conforme demonstrado na Figura 2, o acesso adequado ao esgotamento sanitário é fundamental para a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento socioeconômico sustentável das comunidades rurais.

Como resumido no quadro a seguir, as soluções de tratamento de esgotos são importantes na ação de remoção das substâncias presentes nos esgotos. Essas substâncias lançadas diretamente nos corpos hídricos, em quantidade superior à sua capacidade de degradação e assimilação, desempenham ação poluidora nesses corpos d'água, de modo a ocasionar a deterioração da qualidade do ecossistema aquático e aumentar o risco de transmissão de doenças de veiculação hídrica. As soluções de tratamento removem as cargas poluidoras do esgoto através de processos físicos, químicos ou biológicos, devolvendo ao meio ambiente um volume de água

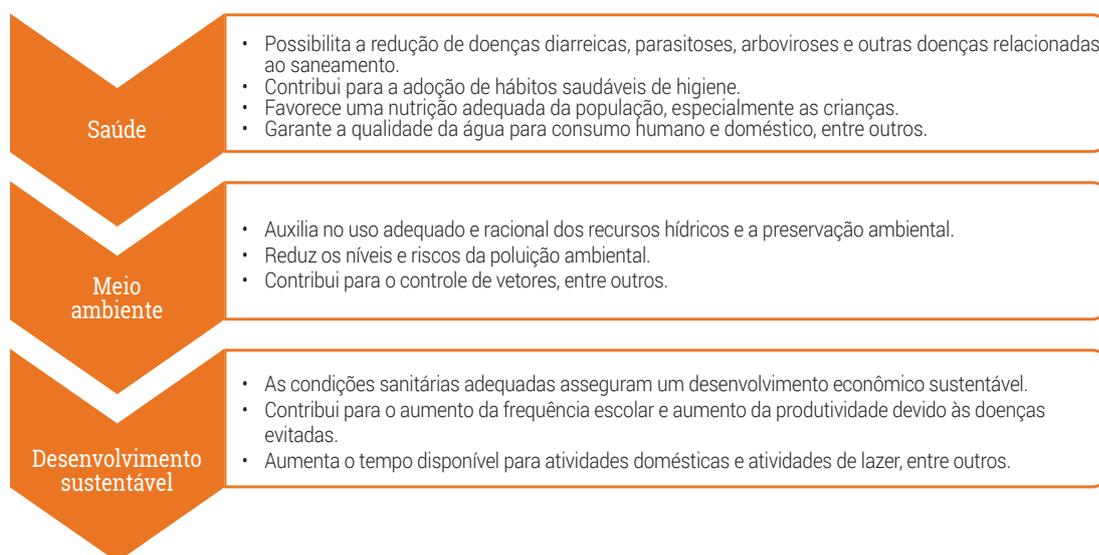


Figura 2 – Consequências do acesso aos serviços de esgotamento sanitário.

Fonte: Adaptado de Hutton e Haller (2004); Málaga e Garcia (2010).

(efluente) tratada, em conformidade com os padrões prescritos pela legislação ambiental.

Por que tratar os esgotos?

Remoção de matéria orgânica
Remoção de nutrientes
Remoção de organismos patogênicos
Remoção de sólidos em suspensão ou dissolvidos
Remoção de compostos não biodegradáveis
Remoção de metais pesados

Os sistemas e as soluções individuais de tratamento de esgotos

O tratamento de esgotos pode ocorrer em sistemas coletivos de tratamento ou soluções individuais (geralmente para um único domicílio). Um sistema coletivo de esgotamento sanitário convencional é constituído de redes coletoras dos esgotos gerados nos domicílios (ou outras instalações prediais), canalizações interceptoras, estações elevatórias e Estação de Tratamento de Esgotos – ETE (Figura 3).

Enquanto, uma solução individual (comumente empregada nas áreas rurais) é caracterizada pela realização da etapa do tratamento no próprio domicílio, de modo que os esgotos coletados na residência são conduzidos para uma unidade de tratamento ou várias (Figura 4). A disposição final também poderá ser realizada no próprio domicílio, considerando-se

a profundidade do lençol freático e as características do solo em locais utilizados para o fim de disposição. Desse modo, o conjunto de soluções individuais de uma comunidade rural se comporta como um sistema descentralizado de esgotos, reduzindo custos com o transporte dos esgotos gerados (SENS; SEZERINO; CAPANEMA, 2014).

Após passar pelo tratamento de esgotos nos sistemas e soluções individuais, os efluentes do processo devem atender aos **padrões de lançamento** no ambiente previstos na legislação ambiental (para regulamentação e limitação do lançamento de impurezas nos corpos d'água). 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 am-

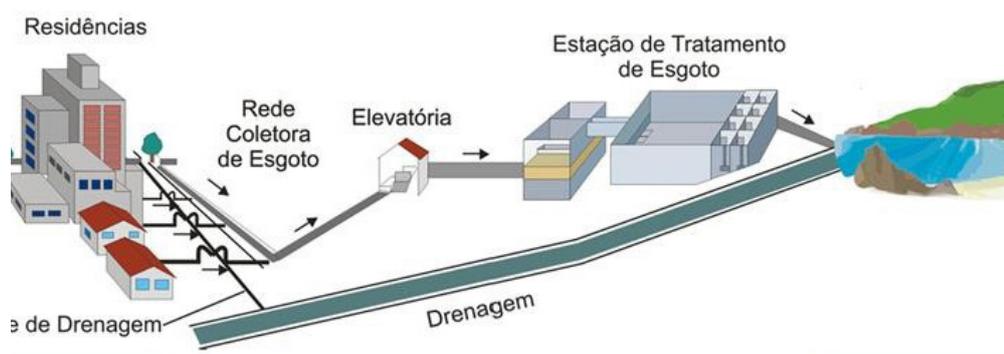


Figura 3 – Sistema coletivo de esgotamento sanitário.

Fonte: Adaptado de CESAN (2010).

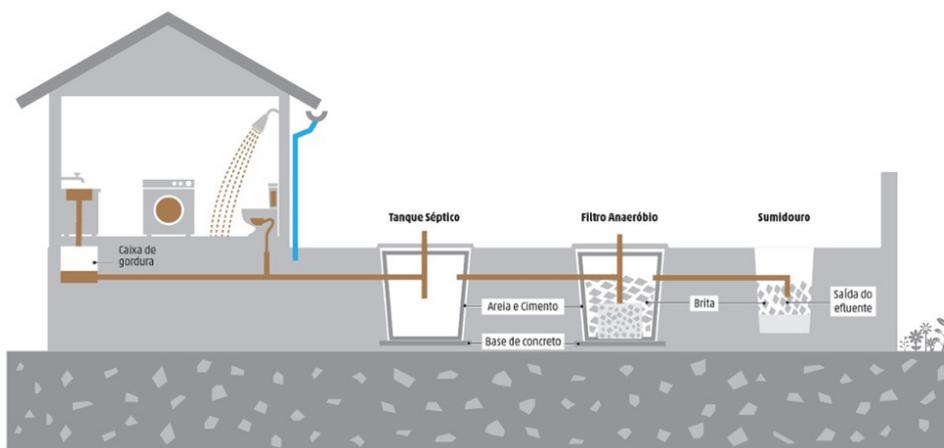


Figura 4 – Exemplo de solução individual de esgotamento sanitário.

Fonte: DC (2016).

bientais 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.

Níveis de tratamento de esgotos

O tratamento de esgotos nos sistemas coletivos pode ser classificado em diferentes fases ou níveis, como: preliminar, primário, secundário e terciário. Essa classificação se dá conforme o processo unitário utilizado para remoção de poluentes e pelo tipo de poluentes que se pretende remover.

Nas soluções individuais as fases de tratamento podem ser conjugadas em uma ou várias unidades de tratamento. Entretanto, ressalta-se que a simplificação de operação do tratamento nas soluções individuais não deve implicar o descumprimento dos padrões de lançamento no meio ambiente.

Durante a discussão desse tópico, é importante que o instrutor demonstre que os diversos níveis de tratamento de esgotos têm diferentes requisitos de gestão operacional (os

quais serão abordados a partir da [página 23 do Capítulo 3](#)).

Tratamento preliminar

No início do tratamento em estações de tratamento de esgotos, o esgoto é submetido a processos físicos de remoção de sólidos de maiores dimensões (sólidos suspensos) e sólidos decantáveis (areia e gordura), como o **gradeamento** que pode ser composto por grades finas, grosseiras e/ou peneiras mecanizadas; as **caixas de areia** que têm a função de remoção da areia presente no efluente; e, a **calha Parshall** para a medição da vazão que entra na estação de tratamento.

Além das unidades de tratamento preliminar, comuns na entrada de estações de tratamento, nas saídas das redes de esgoto dos domicílios ou indústrias as denominadas **caixas de gordura** são utilizadas para retenção de cargas poluentes de gorduras e óleos.

Resumidamente, a gestão da prestação dos serviços públicos e soluções de esgotamento deve coordenar os trabalhos de limpeza e manutenção da integridade física das unidades de tratamento preliminar, além de realizar a destinação final dos resíduos do tratamento.

Tratamento primário

Nessa etapa os sólidos em suspensão no efluente (e, em decorrência, parte da matéria orgânica), não removidos pelo tratamento preliminar, são separados do efluente por sedimentação, em unidades denominadas como decantadores primários. A eficiência dessa etapa de tratamento pode atingir 60% de remoção ou mais, de acordo com o tipo de tratamento e a operação da estação de tratamento (por exemplo, a adição de produtos químicos permite a formação e remoção de flocos maiores de poluentes) (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008).

Resumidamente, destaca-se que, a partir do nível primário de tratamento, a gestão da prestação dos serviços públicos e soluções de esgotamento deve monitorar rotineiramente a eficiência das tecnologias de tratamento, além de realizar a limpeza e manutenção da integridade estrutural das unidades de tratamento e a destinação final dos resíduos do tratamento (lodo, espuma e resíduos de meios filtrantes).

Tratamento secundário

O tratamento secundário é usualmente um processo biológico no qual a matéria orgânica é consumida, por micro-organismos aeróbios, anaeróbios e/ou facultativos, em tanques denominados como **reatores biológicos**. Os principais reatores utilizados são do

tipo lagoas de estabilização, filtros biológicos, reatores anaeróbios de fluxo ascendente e lodos ativados. Dependendo da configuração do tratamento, a matéria orgânica ainda presente no efluente, após os reatores biológicos, pode sofrer um processo de sedimentação nos designados **decantadores secundários**. A eficiência do tratamento secundário pode chegar a 95% ou mais dependendo da operação e da tecnologia utilizada (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012).

Tratamento terciário

Após o tratamento secundário, os efluentes ainda contêm uma quantidade muito reduzida de matéria orgânica remanescente, podendo, na maioria dos casos, serem lançados no meio ambiente receptor caso estejam de acordo com o padrão de lançamento, mesmo com uma quantidade de micro-organismos e nutrientes ainda presentes (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008).

Desse modo, nos casos que se fizer necessário, antes do lançamento final do efluente tratado no corpo receptor, é comum submeter as águas residuais a um nível mais elevado de tratamento, por meio de processos como **desinfecção, filtração, aeração, precipitação química ou troca iônica**, para a remoção de micro-organismos patogênicos, determinados nutrientes, como o nitrogênio e o fósforo, e remoção de metais pesados e outros poluentes específicos.

02 Gestão do esgotamento sanitário em áreas rurais



Objetivos do capítulo

- Descrever as funções de gestão dos serviços públicos de esgotamento sanitário.
- Propor o modelo de gestão compartilhada dos serviços e soluções de esgotamento 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 5). 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).

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



Figura 5 – Funções da gestão dos serviços de saneamento básico.

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 con-

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

Gestão compartilhada dos serviços e soluções de esgotamento

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 organizado 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 6.

Nível domiciliar

A conservação e manutenção dos sistemas ou soluções individuais de esgotamento sanitário 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



Figura 6 – Gestão multiescalar do saneamento rural proposta no Programa Nacional de Saneamento Rural.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

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 responsabilidade *“colaborar nas atividades de operação e manutenção rotineira das soluções no nível do domicílio”* (BRASIL, 2018b).

Como demonstrado na Tabela 1 essa colaboração deve ocorrer em diversos processos e atividades. Assim, para materialização desse nível de participação e apropriação, o Programa Sustentar deve fomentar a construção conjunta de valores, saberes, conhecimentos técnicos e práticas cotidianas, que estão estabelecidas na proposta pedagógica das oficinas de educação em saúde ambiental.

Tabela 1 – Funções do operador domiciliar de esgotamento sanitário

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 esgotamento sanitário. 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 esgotamento sanitário 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 esgotamento 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 esgotamento utilizada na comunidade, como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Funções do operador local de esgotamento sanitário

Operador Local	Soluções individuais de esgotamento	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 esgotamento	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 esgotamento sanitário 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 governo, 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 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 fiscalização. Isso posto, a matriz da Figura 7 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 esgotamento sanitário requer estrutura mínima de apoio aos operadores locais (BRASIL, 2018b). A ausência de apoio (administrativo e financeiro) externo às comunidades é um

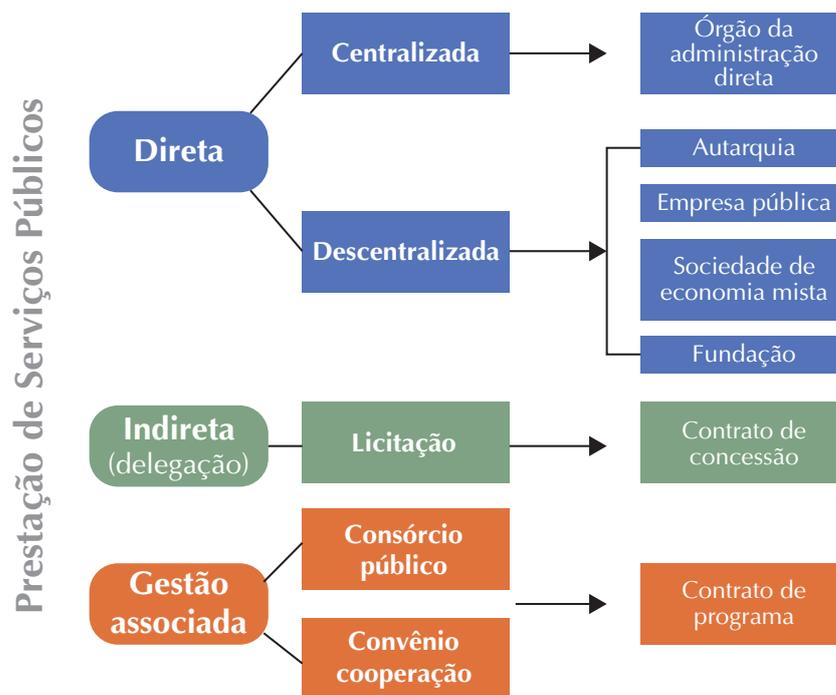


Figura 7 – Matriz de arranjos organizacionais da prestação de serviços públicos de saneamento básico.

Fonte: Ministério das Cidades, 2008.

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.

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 3.

Tabela 3 – Funções do gestor municipal de esgotamento sanitário

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 esgotamento 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 esgotamento sanitário com abrangência e escala mais adequadas para obter a sustentabilidade social, técnica e econômica dos serviços.

A gestão associada de serviços públicos de esgotamento sanitário, 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 única¹ 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 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 esgotamento, as funções e as obrigações do **“gestor técnico”** e do **“gestor administrativo”**, como demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Funções dos gestores regionais, estaduais ou federais de esgotamento sanitário

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 esgotamento sanitário 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).

¹ O consórcio instituído para prestação de serviços públicos não pode realizar as funções anteriores (planejamento) e posteriores à prestação dos serviços (fiscalização e regulação).

03 Alternativas tecnológicas para o tratamento de esgotos 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 esgotamento sanitário.
- Discutir sobre a gestão operacional das soluções e sistemas de esgotamento.

O Programa Sustentar preconiza que as alternativas tecnológicas para o tratamento de esgotos e promoção da saúde ambiental 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 8) e soluções coletivas (Figura 9).

Nesse ponto os instrutores do Sustentar, durante o processo de definição da tecnologia com participação da população, devem destacar algumas questões importantes aos moradores:

Nesse ponto os instrutores do Sustentar, durante o processo de definição da tecnologia com participação da população, devem destacar algumas questões importantes aos moradores:

- As matrizes construídas pelo PNSR e adotadas pelo Sustentar consideram como principais condicionantes “a **disponibilidade hídrica no domicílio** e a **profundida-**

de do lençol freático em solos que eventualmente receberão esgotos”.

- As soluções coletivas demandam de disponibilidade hídrica suficiente para que ocorra o transporte e afastamento das excretas até o local de tratamento coletivo.
- 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 para a

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.

Tanques sépticos

Os tanques sépticos, também denominados fossas sépticas, são definidos, conforme NBR 7229:1993, como “*unidades de apenas um compartimento, em cuja zona superior devem ocorrer processos de sedimentação e de flotação e digestão da espuma, prestando-se a zona inferior ao acúmulo e digestão do lodo sedimentado*” (ABNT, 1993). A Figura 10 ilustra o processo de digestão do lodo que ocorre por processos microbiológicos anaeróbios em reatores fechados, os quais conforme a NBR 13969:1997 são definidos como uma “*unidade que concentra microrganismos onde ocorrem as reações bioquímicas responsáveis pela remoção dos componentes poluentes do esgoto*” (ABNT, 1997).

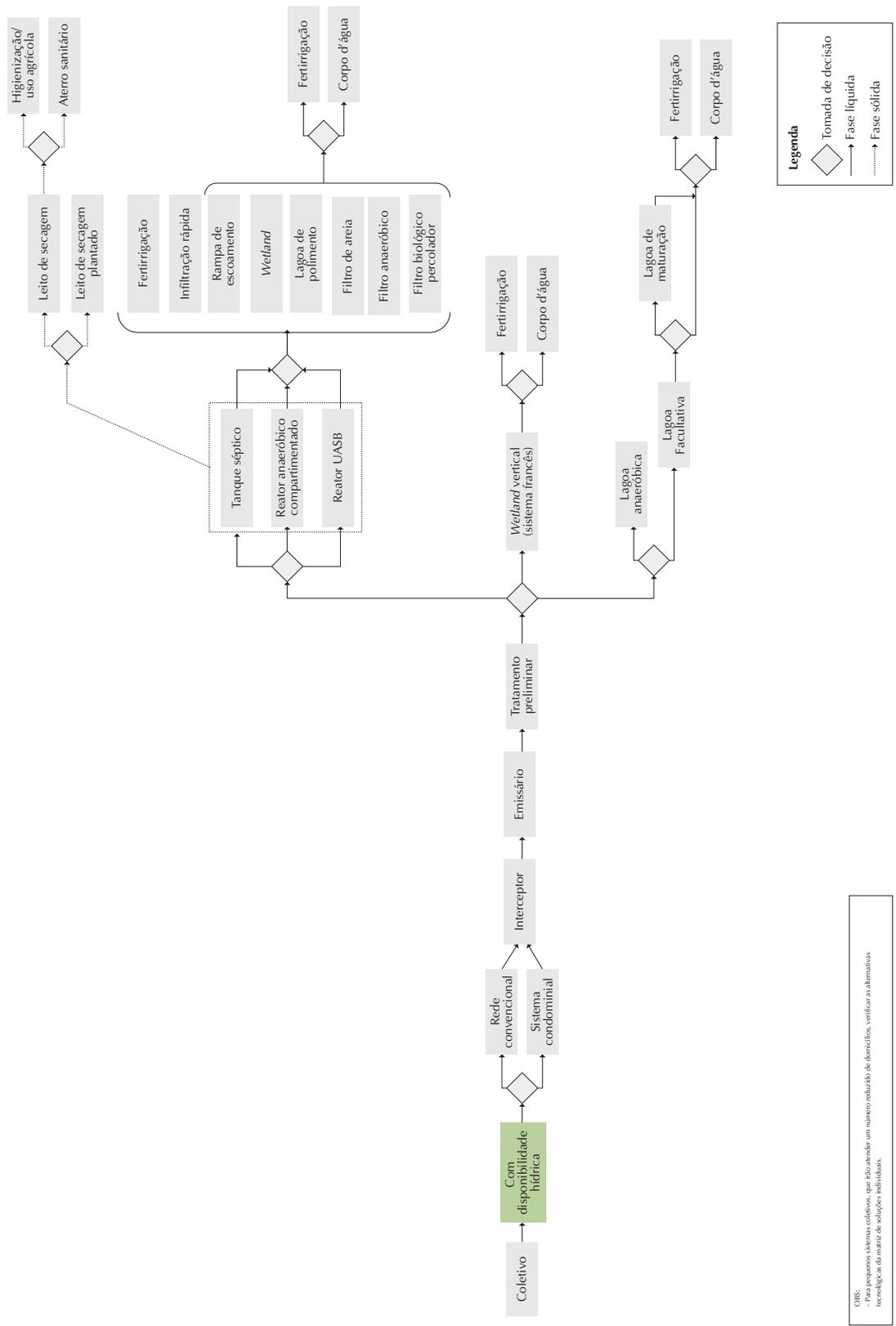


Figura 9 – Matriz tecnológica de soluções coletivas para esgotamento sanitário do Programa Nacional de Saneamento Rural – PNSR.

Fonte: Brasil (2018b).

OBS:
- Para pequenos sistemas coletivos, que não atendem um número reduzido de domicílios, verificar as alternativas tecnológicas da matriz de soluções individuais.

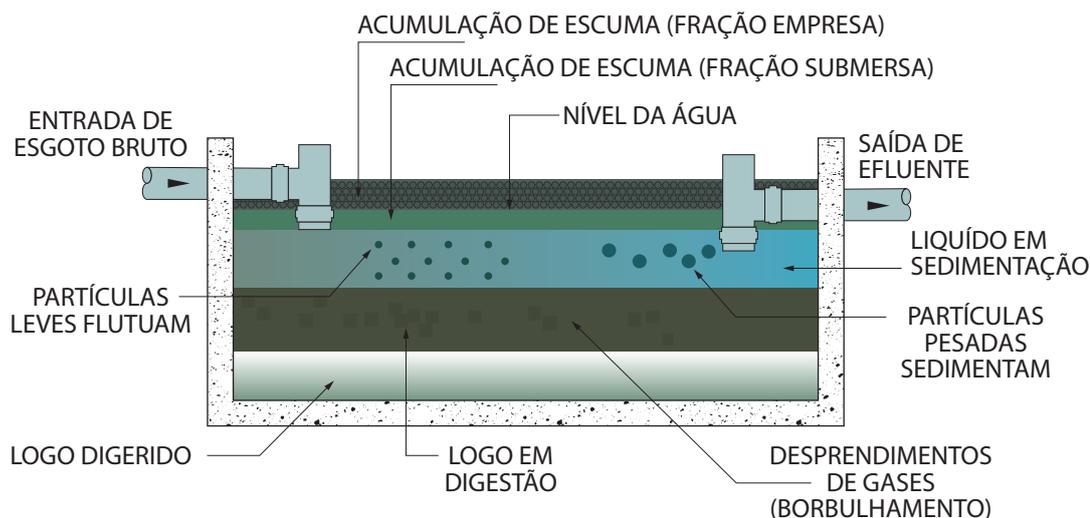


Figura 10 – Desenho esquemático do funcionamento de um tanque séptico.

Fonte: Adaptado de ABNT, 1993.

A fossa séptica é basicamente um tanque construído com a função de reter o esgoto doméstico por um período de tempo suficiente para que ocorra o tratamento. A ação de tratamento ocorre por meio de processos como a sedimentação das partículas sólidas suspensas, a retenção de gorduras, a degradação da matéria orgânica e a diminuição dos níveis de microrganismos patogênicos. O efluente líquido do tanque séptico, livre de sólidos, mas com elevada carga de patógenos é direcionado para a depuração e disposição final (KOBİYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008).

Os critérios de dimensionamento dos tanques sépticos observam principalmente as seguintes normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT:

- NBR 7229:1993 (Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos);
- NBR 13969:1997 (Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação).

As duas principais técnicas utilizadas para distribuição e infiltração do efluente da fossa séptica no solo são o sumidouro e a vala de infiltração, sendo a escolha da melhor técnica conforme o tipo de solo, altura do lençol freático e os recursos financeiros disponíveis. O sumidouro é descrito na NBR 7229 como um “poço seco escavado no chão e não impermeabilizado, que orienta a infiltração de água residuária no solo”.

Como o próprio solo funcionará como meio filtrante e o sumidouro é um tanque verticalizado, Kobiyama, Mota e Corseuil (2008) recomendam que o mesmo seja adotado unicamente em ambientes com aquífero profundo. Os autores também ressaltam que no caso de solos com baixa taxa de absorção (inferior a 20 L/m².dia) devem ser empregadas as valas de filtração como recomendado na NBR 7229.

A Tabela 5 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção dos tanques sépticos adotados como solução individual e/ou coletiva.

Tabela 5 – Requisitos de gestão operacional de tanques sépticos

Categoria	Gestão operacional	Ações de operação e manutenção	Responsáveis
Individual	Operação e manutenção rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza da área no entorno da unidade. • Desobstrução de caixas e tubulações. 	Operador domiciliar
	Operação e manutenção não rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento das condições físicas e estruturais da unidade. • Monitoramento das condições de funcionamento da unidade. • Remoção, tratamento e destinação final do lodo. 	Operador local / municipal
Coletiva	Operação e manutenção rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Limpar a área de entorno das unidades. • Desobstruir as caixas e tubulações. • Monitorar e garantir a eficiência das unidades. • Inspecionar a integridade física e estrutural das unidades. • Monitorar e reparar o cercamento da ETE. 	Operador local
	Operação e manutenção não rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Remover, tratar e destinar a escuma. • Remover, secar, tratar e destinar o excesso de lodo. • Tratar e destinar os resíduos removidos. 	Operador local / municipal

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (Reatores UASB)

Os reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo passaram a ter destaque a partir dos anos de 1980 com o aperfeiçoamento das tecnologias de tratamento de águas residuárias por métodos anaeróbios. Esses reatores com manta de lodo são amplamente conhecidos como **Reatores UASB²**, denominação que tem origem na nomenclatura em inglês *Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors* (BRASIL, 2015).

O processo de tratamento dos reatores UASB é baseado na decomposição anaeróbia da matéria orgânica (expressa em Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO ou Demanda Química de Oxigênio – DQO) presente no esgoto. O tratamento da matéria orgânica ocor-

re por meio da passagem do esgoto por uma massa (manta) de lodo biológico (em fluxo ascendente) produzindo como subprodutos gases metano, carbônico e sulfídrico, além de mais lodo.

Portanto, o reator é composto por três partes dentro de uma coluna de sedimentação: (1) uma zona de decomposição da matéria orgânica, (2) uma zona de sedimentação, e na parte superior (3) uma estrutura denominada separador trifásico (gás, sólido e líquido), como demonstrado na Figura 11. Desse modo, o esgoto é aplicado no fundo do reator para que, no fluxo ascendente, a matéria orgânica seja retida e estabilizada, os gases sejam coletados para reaproveitamento ou queima, e o efluente tratado seja coletado. A massa de micro-organismos do lodo biológico, que cresce no interior do reator, deve ter seu excesso retirado periodicamente. O lodo retirado do UASB deve ser depositado em um leito

2 Apesar de outras tentativas de nomenclatura como RAFA, DAFA, RALF, RAFAAL, RAFAMAL e outras.

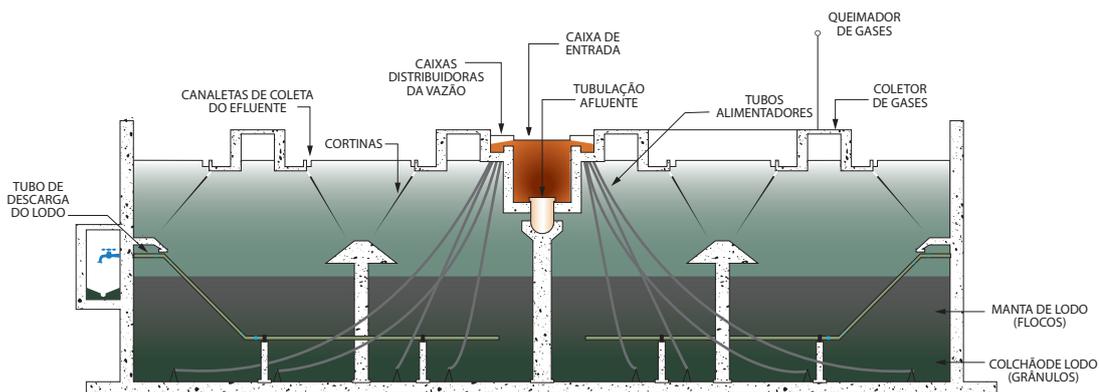


Figura 11 – Desenho esquemático do funcionamento de um reator UASB.

Fonte: Brasil (2015).

de secagem para retirada do excesso de água e posterior encaminhamento a um aterro sanitário (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008).

Os UASB são considerados reatores de alta taxa, pois operam com elevadas taxas de carregamentos orgânicos aplicados por dia (DBO/dia) e reduzidos tempos de detenção hidráulica, em comparação a outras tecnologias. Essa característica permite que ocupem áreas reduzidas comparativamente a outros sistemas de tratamento.

Os critérios de dimensionamento dos reatores UASB observam principalmente a norma técnica NBR 12209:2011 (Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários) da ABNT.

Os reatores UASB geralmente são utilizados em conjunto com outras unidades de pós-tratamento, apesar de poderem ser uti-

lizados de forma isolada. Essa associação ocorre para atendimento aos padrões da legislação ambiental de lançamento de efluentes, de modo a aumentar a eficiência de remoção de matéria orgânica (usualmente entre 60% e 70% no UASB para valores superiores a 90% de remoção de DBO com o pós-tratamento), além de possibilitar a remoção de micro-organismos patogênicos e de nutrientes. As unidades de tratamento mais comuns nessas associações são as lagoas de polimento (ou lagoas de maturação), *wetlands* construídos, filtros anaeróbios e filtros biológicos percoladores.

A Tabela 6 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção dos reatores UASB, os quais devido a sua complexidade operacional e requisitos mínimos de projetos devem ser adotados somente como solução coletiva.

Tabela 6 – Requisitos de gestão operacional de reatores UASB

Categoria	Gestão operacional	Ações de operação e manutenção	Responsáveis
Coletiva	Operação e manutenção rotineira	<ul style="list-style-type: none"> Limpar a área de entorno das unidades. Desobstruir as caixas e tubulações. Monitorar e garantir a eficiência das unidades. Inspeccionar a integridade física e estrutural das unidades. Monitorar e reparar o cercamento da ETE. 	Operador local / municipal
	Operação e manutenção não rotineira	<ul style="list-style-type: none"> Remover, tratar e destinar a espuma. Remover, secar, tratar e destinar o excesso de lodo. Tratar e destinar os resíduos removidos. 	Operador local / municipal

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Lagoas de estabilização

As lagoas de estabilização são tecnologias de tratamento de águas residuárias populares nos países tropicais, devido as temperaturas elevadas, favoráveis à sua ação de tratamento. As lagoas são basicamente grandes unidades de tratamento construídas por meio de escavações rasas, cercamento com taludes de terra e impermeabilização, nas quais o esgoto bruto aplicado em uma das pontas é tratado por processos naturais de estabilização da matéria orgânica.

Existem principalmente três tipos de lagoas de estabilização, que podem ser empregadas de acordo com a topografia do terreno, a área disponível e o grau de eficiência desejado em diversas combinações: **lagoas anaeróbias, facultativas e lagoas de maturação**.

As lagoas anaeróbias são consideradas como unidades de tratamento primário, projetadas com grandes profundidades para receber altas cargas de esgoto e reduzir a penetração de radiação solar, favorecendo a conversão anaeróbia da matéria orgânica. Essas lagoas são utilizadas geralmente em sistemas combinados com outros tipos de lagoas, como o sistema australiano de lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas (Figura 12), ou outras tecnologias de tratamento secundário (VON SPERLING, 1996).

As lagoas denominadas facultativas utilizam uma combinação de processos de tratamento aeróbios e anaeróbios (a razão do termo “fa-

cultativas”). É a variante mais simples dos sistemas de lagoas, na qual o esgoto é retido por um período de tempo longo o suficiente para desenvolvimento dos processos aeróbios nas camadas superiores, enquanto predominam em camadas próximas ao fundo da lagoa os processos anaeróbios (BRASIL, 2015).

As lagoas de maturação são construídas com a finalidade de remoção de micro-organismos patogênicos (ex: coliformes) no efluente final (após a remoção da matéria orgânica), antes do lançamento nos corpos hídricos, sendo consideradas, portanto, um pós-tratamento. As lagoas de maturação são usualmente projetadas como uma série de lagoas, ou como uma lagoa única com divisões por chincanas para que predominem condições ambientais adversas para os patogênicos, como radiação solar, elevado oxigênio dissolvido, elevado pH, temperatura mais baixa que a do corpo humano, falta de nutrientes e predação por outros micro-organismos (VON SPERLING, 1996).

Os principais critérios de projeto das lagoas de estabilização são: i) taxa de aplicação de carga orgânica; ii) profundidade; iii) tempo de detenção hidráulica; iv) geometria, ou relação comprimento / largura (VON SPERLING, 1996).

Ainda conforme Von Sperling (1996), as principais vantagens de um sistema de lagoas, em comparação a outras tecnologias, são a facilidade de construção, custos reduzidos, operação e manutenção simplificadas, além da sua resistência satisfatória a variações de carga.

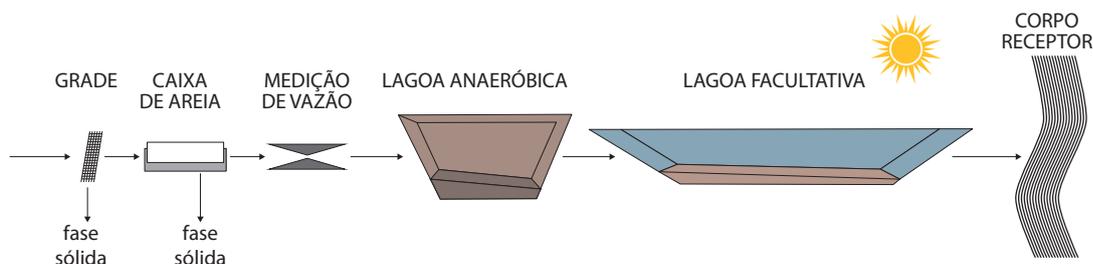


Figura 12 – Sistema australiano de lagoa anaeróbia seguida por lagoa facultativa.

Fonte: Von Sperling (1996).

Entretanto, uma grande dificuldade é o requisito de grandes áreas para sua construção.

A Tabela 7 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção das lagoas de esta-

bilização, os quais devido a sua complexidade operacional e requisitos mínimos de projetos devem ser adotadas somente como solução coletiva.

Tabela 7 – Requisitos de gestão operacional de lagoas de estabilização

Categoria	Gestão operacional	Ações de operação e manutenção	Responsáveis
Coletiva	Operação e manutenção rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza da área no entorno da unidade. • Limpeza das caixas e tubulações. • Remoção de sólidos flutuantes (escuma e macrófitas). • Monitoramento e garantia da eficiência da unidade. • Inspeção da integridade física e estrutural da unidade • Inspeção dos taludes e das condições de impermeabilização da unidade. • Monitoramento e reparo do cercamento da ETE. 	Operador local / municipal
	Operação e manutenção não rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Remoção do lodo, seguida de seu tratamento e sua destinação final. • Remoção de vegetação que porventura se desenvolva nos taludes internos. 	Operador local / municipal

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Wetlands construídos (Sistemas alagados construídos)

Os *wetlands* construídos³ são soluções de tratamento de esgotos domésticos, industriais e agrícolas, na qual utiliza-se um leito preenchido com substrato filtrante (usualmente cascalho, brita, solo, areia, entre outros) por onde o efluente é aplicado e percola entre as raízes de plantas aquáticas (macrófitas), de modo a ser tratado por processos biológicos, químicos e físicos (Figura 13).

A utilização no Brasil da técnica dos *wetlands* construídos na melhoria da qualidade das águas e no tratamento de águas residuárias se iniciou nos anos de 1980, intensificando-se a partir do ano 2000 sob diferentes formas e arranjos, com diferentes materiais filtrantes e plantas empregadas⁴. Philippi et al. (2007) descrevem exemplos de utilização de *wetlands* construídos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri compostos de caixas de gordura, tanques sépticos e *wetlands*.

3 Padronizou-se neste caderno a utilização do termo mais amplamente difundido “*wetland construído*”, mas ressalta-se que também é adotado no Brasil os termos: sistema alagado construído, filtro plantado com macrófitas, zona de raízes, terras úmidas construídas, leitos cultivados, biofiltros com macrófitas, entre outros.

4 Ao analisar trabalhos brasileiros publicados entre 1998 e 2011, Sezerino et al. (2015) aponta que a *Typha* spp (ta-boa) se destaca como sendo a macrófita mais empregada, seguida de *Eleocharis* spp (junco) e *Zizaniopsis* spp.

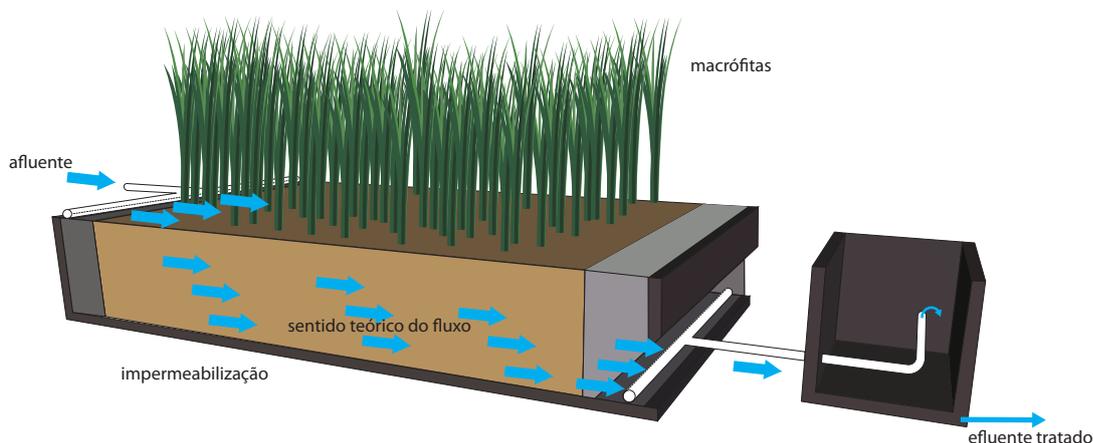


Figura 13 – Representação em profundidade de um *wetland* construído do tipo com escoamento subsuperficial de fluxo horizontal.

Fonte: Sezerino et al. (2015).

Como apontado por Sezerino et al. (2015), devido à diversidade de variações e combinações de utilização aplicáveis aos *wetlands* construídos, não há ainda no país uma tendência de padronização de uso, critérios de dimensionamento e operação, assim como da composição do material filtrante e das plantas a serem utilizadas. Apesar dessa dificuldade, o autor classifica os *wetlands* construídos em dois grandes agrupamentos, que são: (1) *wetlands de escoamento superficial* (com plantas emergentes, submersas, flutuantes ou com folhas flutuantes) e (2) *wetlands de escoamento subsuperficial* (vertical ascendente, descendente, com ciclos de inundação e esvaziamento; horizontal; híbrido horizontal e vertical).

Os princípios básicos do tratamento nos *wetlands* construídos abrangem a (1) filtração de partículas sólidas do efluente e (2) a depuração da matéria orgânica e remoção biológica do nitrogênio, nitrificação e desnitrificação, que ocorrem no interior do biofilme formado por microrganismos anaeróbios, aeróbios e anóxicos, aderido a um meio suporte e aos rizomas das plantas (SEZERINO et al., 2015).

A remoção do nitrogênio do efluente, com envio da forma gasosa para a atmosfera, faz-se

necessária para a prevenção da eutrofização causada pelo excesso de despejo de nitrogênio nos mananciais hídricos receptores e para a redução do impacto sobre a biota aquática, devido à toxicidade de alguns compostos nitrogenados, como a amônia. O oxigênio demandado no processo de tratamento é fornecido pelas macrófitas e por trocas efetuadas com a atmosfera (convecção e difusão atmosférica) (PHILIPPI et al., 2007).

Os *wetlands* são mais utilizados no Brasil associados a outras unidades de tratamento de esgotos sanitários (funcionando como unidades de tratamento secundário ou terciário), em periferias de centros urbanos e áreas rurais. A associação de fossas sépticas (tratamento primário) seguida por *wetlands* construídos (tratamento secundário), têm mostrado adaptabilidade à diferentes situações e arranjos, apresentando elevado desempenho de tratamento e viabilidade para utilização em áreas rurais do país (PHILIPPI et al., 1999 *apud* BELLI FILHO et al., 2007).

A Tabela 8 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção dos *wetlands* construídos adotados como solução individual e/ou coletiva.

Tabela 8 – Requisitos de gestão operacional de *wetlands* construídos

Categoria	Gestão operacional	Ações de operação e manutenção	Responsáveis
Individual	Operação e manutenção rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza da área no entorno da unidade. • Desobstrução de caixas e tubulações. 	Operador domiciliar
	Operação e manutenção não rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento das condições físicas e estruturais da unidade. • Monitoramento das condições de funcionamento da unidade. • Manejo das plantas. • Substituição da vegetação e meio filtrante em caso de entupimento • Destinação dos resíduos vegetais. 	Operador local / municipal
Coletiva	Operação e manutenção rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza da área no entorno da unidade. • Desobstrução de caixas e tubulações. • Verificação da tendência de entupimento da unidade. • Monitoramento e garantia da eficiência da unidade. • Remoção e destinação de lixo, detritos e quaisquer espécies indesejadas de ervas daninhas da unidade. • Inspeção da integridade física e estrutural da unidade. • Monitoramento e reparo do cercamento da ETE. 	Operador local
	Operação e manutenção não rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção dos aterros. • Corte das plantas e sua destinação adequada. 	Operador local / municipal

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Banheiros com fossas secas

Os banheiros com fossas secas, também conhecidos como banheiros de compostagem ou sanitários ecológicos, não necessitam de água no processo de tratamento dos dejetos. Nos banheiros secos o material fecal pode ser armazenado em um recipiente ou câmara (única ou em múltiplas câmaras). Para a cobertura das fezes são utilizados materiais orgânicos secos ricos em carbono (serragem, folhas secas, palha, etc.) ou materiais inertes como cal, cinzas ou terra seca. O processo de tratamento final poderá ser a desidratação associada com a alcalinização ou um processo de compostagem termofílica para

conversão em adubo (AMATUZI; BOTEAGA; CELANTE, 2013; CEPAGRO, 2013).

Teixeira (2009) aponta que os principais objetivos na utilização dos sanitários secos são:

- 1) A destruição dos microrganismos patógenos, por meio de processos de sanitização (compostagem ou desidratação), de forma a reduzir os riscos sobre a saúde humana sem contaminação ambiental.
- 2) A reciclagem e devolução ao solo dos nutrientes contidos nos dejetos a fim de contribuir, por exemplo, na fertilidade dos solos e na agricultura.

- 3) A eliminação da interferência no ciclo da água, por meio supressão da utilização de água potável para diluição e transporte dos dejetos.
- 4) Solução tecnicamente viável e socialmente aceitável para o tratamento de esgoto sanitário em áreas que não possuem redes coletoras e/ou onde não há disponibilidade hídrica.

Existem diversos modelos de banheiros secos sendo desenvolvidos atualmente em todo o mundo. Conforme demonstrado na Figura 14, os principais modelos de sanitários secos são: (i) o sistema de recipientes móveis; (ii) o sistema carrossel; (iii) o sistema com duas câmaras; (iv) o sistema com câmara única bicompartimentada. Usualmente os sistemas com duas câmaras são utilizados como ba-

nheiros de compostagem (CEPAGRO, 2013; DEMENIGHI, 2012; SOUSA, 2014).

No cenário brasileiro experiências pontuais estão espalhadas principalmente em regiões rurais que sofrem de estresse hídrico, como o nordeste e centro-oeste do país. Além dessas experiências, modelos de banheiros secos com recipientes móveis estão sendo difundidos pela Amazônia brasileira e outras regiões com comunidades em áreas de várzeas (NEU; SANTOS; MEYER, 2016).

A Tabela 9 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção dos banheiros com fossas secas, os quais devido à dispensa do uso de redes coletoras de esgotos devem ser adotados somente como solução individual.

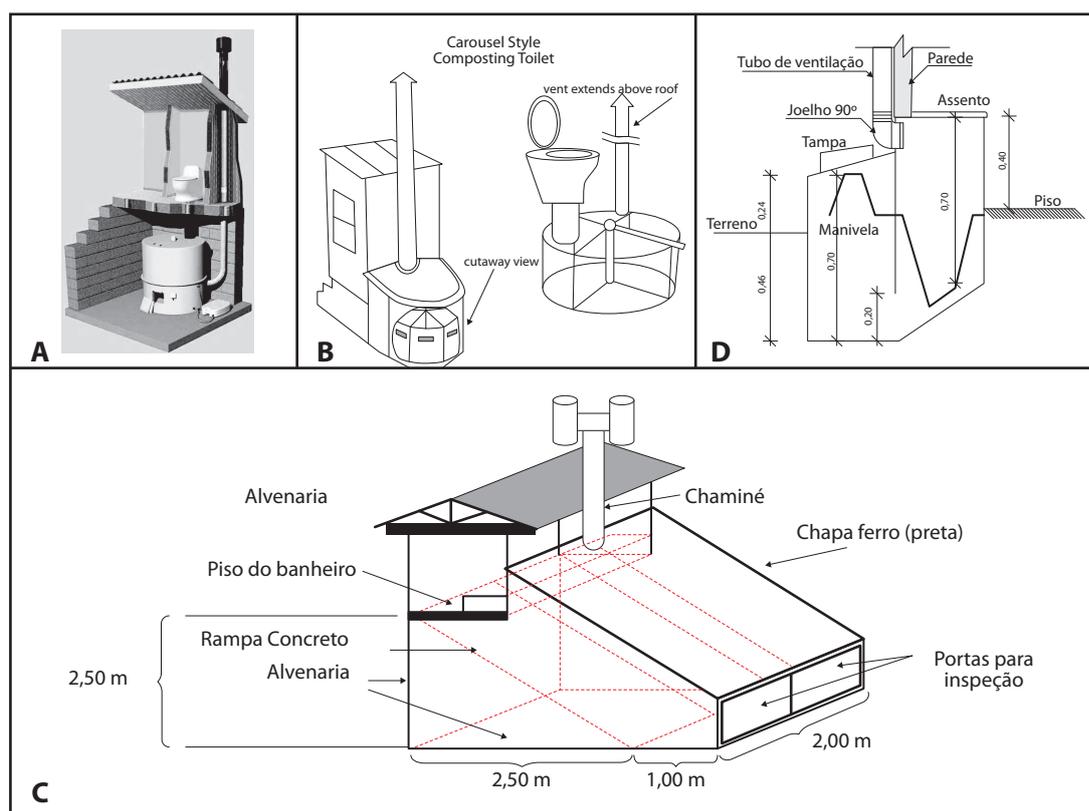


Figura 14 – Classificação dos principais sistemas de sanitários secos com relação à estrutura física: A – Sistema com recipientes móveis; B – Sistema carrossel; C – Sistema com duas câmaras; D – Sistema com câmara única bicompartimentada (Bason).

Fonte: Sousa (2014).

Tabela 9 – Requisitos de gestão operacional de banheiros com fossas secas

Categoria	Gestão operacional	Ações de operação e manutenção	Responsáveis
Individual	Operação e manutenção rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza da área no entorno da unidade. • Adição de matéria orgânica seca após cada uso. • No caso de fossas geminadas, intercalar o uso da câmara a cada 6 meses. 	Operador domiciliar
	Operação e manutenção não rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento das condições físicas e estruturais da unidade. • Monitoramento das condições de funcionamento da unidade. • Promoção da limpeza, tratamento e disposição adequada dos resíduos gerados. 	Operador local / municipal

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Tanques de evapotranspiração

O Tanque de Evapotranspiração (TEvap) é uma tecnologia para tratamento e reciclagem dos nutrientes das águas residuárias provenientes do vaso sanitário. O TEvap também é conhecido na área de estudo da permacultura com o nome de “Watson Wick” (por ter sido criado pelo permacultor americano Tom Watson). Outros exemplos de terminologia são o “Infiltrador Séptico” (Figura 15), adaptação do Ecocentro do Instituto de

Permacultura e Ecovilas do Cerrado – Ipec, e o termo “Bacia de Evapotranspiração” (Figura 16) do Instituto de Permacultura – Ipoema.

O sistema estanque do TEvap é composto por um tanque impermeabilizado, preenchido com diferentes camadas de substrato e plantado com espécies vegetais de crescimento rápido e alta demanda por água como, por exemplo, bananeira e taioba (Figura 17).

No processo de tratamento do TEvap, ocorre na parte inferior a degradação microbiana da

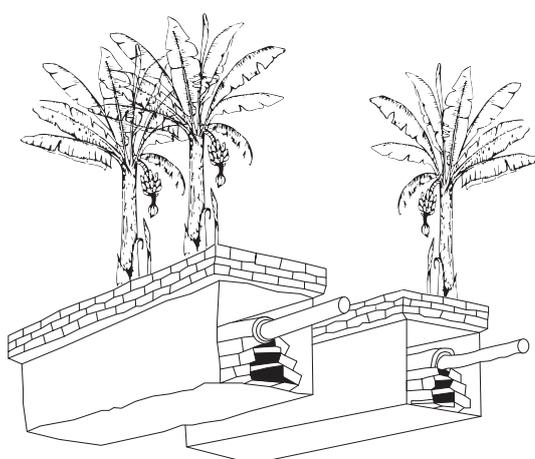


Figura 15 – Escavação do círculo de bananeiras em Engenho Velho, João Pessoa, PB.

Fonte: Paes, Crispin e Furtado (2014).



Figura 16 – Bacia de Evapotranspiração instalada na unidade demonstrativa do Jardim Botânico de Brasília.

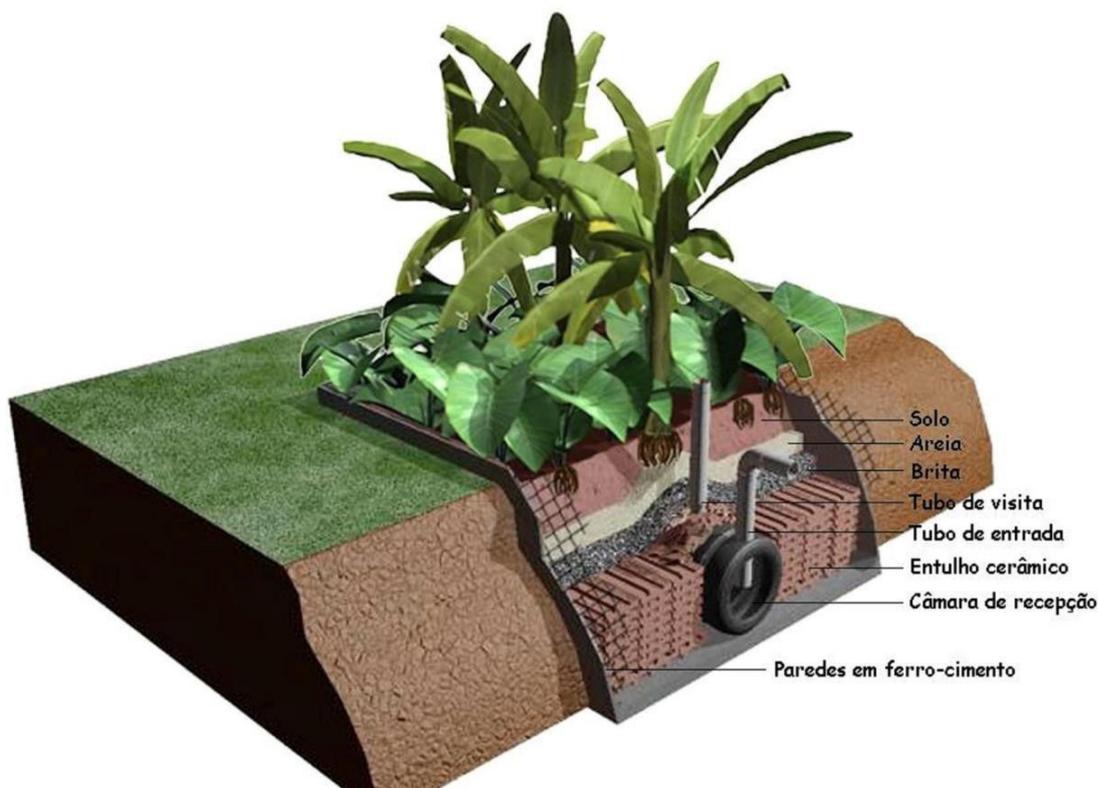


Figura 17 – Corte transversal de um sistema TEvap.

Fonte: Galbiati (2009).

matéria orgânica, como em uma câmara de digestão anaeróbia⁵; enquanto nas camadas intermediária e superior, ocorre a decomposição aeróbia, a mineralização, a absorção dos nutrientes e a evapotranspiração da água pelos vegetais, como em um sistema *wetlands* construído de fluxo subsuperficial.

Desse modo, o TEvap simplifica o processo de tratamento de tecnologias tradicionais, as quais necessitam de um pré-tratamento para a redução de matéria orgânica e sólidos e de pós-tratamento para eliminação do excesso de nutrientes e patógenos, antes da disposição final no solo ou em corpos d'água (GALBIATI, 2009).

Como não há saída de água, seja para filtros ou sumidouros, elimina-se a problemática tão comum de contaminação do solo e dos mananciais de água, largamente encontrada nas

áreas dos domicílios rurais que utilizam fossas sépticas tradicionais. Os nutrientes são mineralizados e retirados do sistema ao serem incorporados na biomassa das plantas. A manutenção do sistema consiste basicamente em podas, retirada do excesso de mudas e plantas secas, e colheita de frutos (GALBIATI, 2009; IPEC, [S.d.]).

Conforme Benjamin (2013) e Paulo e Bernardes (2009), as vantagens da utilização dos tanques de evapotranspiração para tratamento de águas residuárias são: i) a qualidade e segurança do tratamento; ii) o pouco investimento inicial e a dispensa de muita manutenção; iii) a utilização de materiais descartados, como entulhos e pneus, tornando-o ambientalmente e economicamente viável; iv) não contribui para a degradação visual do local; v) o tratamento funciona sem a adição de produtos químicos; vi) não é necessário o pré ou pós-tratamen-

5 Dessa forma, o dimensionamento da câmara de pneus na parte inferior do tanque de evapotranspiração deve seguir as orientações da NBR 7229:1993.

to do efluente, como em outros sistemas de tratamento.

Com relação as espécies vegetais plantadas na parte superior do tanque, Galbiati (2009) recomenda para introdução no TEvap as seguintes plantas: bananeiras (*Musa sp.*); inhames e taiobas (*Colocasia sp.*); mamoeiros (*Carica papaya*); plantas ornamentais como copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*);

maria-sem-vergonha (*Impatiens walleriana*); lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*); caeté-banana (*Heliconia spp.*) e junco (*Zizania bonariensis*).

A Tabela 10 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção dos tanques de evapotranspiração, os quais devido aos critérios máximos de projetos devem ser adotados somente como solução individual.

Tabela 10 – Requisitos de gestão operacional de banheiros com tanques de evapotranspiração

Categoria	Gestão operacional	Ações de operação e manutenção	Responsáveis
Individual	Operação e manutenção rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza da área no entorno da unidade. • Adição de matéria orgânica seca após cada uso. • No caso de fossas geminadas, intercalar o uso da câmara a cada 6 meses. 	Operador domiciliar
	Operação e manutenção não rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento das condições físicas e estruturais da unidade. • Monitoramento das condições de funcionamento da unidade. • Promoção da limpeza, tratamento e disposição adequada dos resíduos gerados. 	Operador local / municipal

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

Círculo de bananeiras

O círculo de bananeiras é uma técnica empregada para a disposição final de água cinza que consiste em uma vala preenchida com brita ou matéria orgânica de difícil decomposição, como troncos, galhos e pedaços de madeira e coberta com solo e restos vegetais, como folhas secas, grama e capim, ao redor da qual são plantadas bananeiras e outras plantas com grande capacidade de evaporação de água (VIEIRA, 2006).

Recomenda-se que a cada três anos (ou em período superior) todo o interior do círculo de bananeiras seja trocado e direcionado para utilização como adubo, devido a decomposição do material de enchimento. O solo removido para abertura da vala é disposto na borda

aumentando a altura da vala. O efluente proveniente do chuveiro e das pias é direcionado para o interior da escavação, por onde infiltra no solo, beneficiando as culturas agrícolas plantadas ao redor da vala (VIEIRA, 2006).

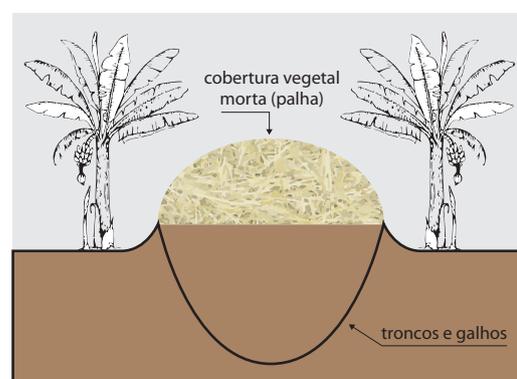


Figura 18 – Desenho esquemático de um círculo de bananeiras.

Fonte: Vieira (2006).

Com relação ao dimensionamento, Vieira (2006) recomenda que os círculos de bananeiras tenham um volume máximo de 1 m³ para cada unidade. Caso o volume de água cinza produzido no domicílio (geralmente composto de três a cinco pessoas) seja superior, o autor preconiza a construção de um segundo círculo interligado ao primeiro por um tubo instalado na parte superior.

Paes, Crispin e Furtado (2014) apontam as seguintes vantagens dos círculos de bananeiras: i) sistema de tratamento local de fácil construção, manejo e com pouco requisito de espaço; ii) possibilidade de compostagem dos resíduos orgânicos e materiais lenhosos dos quintais, evitando que os moradores realizem a queima dos resíduos; e, iii) produção de alimentos, podendo ser associado a várias culturas agrícolas além das bananas, como mamão, batata doce, inhame, gengibre, tomate, entre outros.

No Brasil há diversas experiências com círculo de bananeiras sendo replicadas nas comunidades rurais. A título de exemplo, cita-se o trabalho de construção de círculos de bananeiras de Paes, Crispin e Furtado (2014) para comunidades periurbanas do Vale do Gramame e do Condomínio Amizade em João Pessoa na Paraíba (Figura 19 e Figura 20).



Figura 19 – Escavação do círculo de bananeiras em Engenho Velho, João Pessoa, PB.

Fonte: Paes, Crispin e Furtado (2014).



Figura 20 – Círculo de bananeiras em Engenho Velho, após seis meses de construção.

Fonte: Paes, Crispin e Furtado (2014).

A Tabela 11 lista os requisitos de gestão da operação e manutenção dos círculos de bananeiras, os quais devido aos critérios máximos de projetos devem ser adotados somente como solução individual.

Tabela 11 – Requisitos de gestão operacional de banheiros com círculos de bananeiras

Categoria	Gestão operacional	Ações de operação e manutenção	Responsáveis
Individual	Operação e manutenção rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza da área no entorno da unidade. • Desobstrução de caixas e tubulações. • Manutenção da cobertura com folhas e palha para evitar interferência das chuvas. • Coleta dos frutos. 	Operador domiciliar
	Operação e manutenção não rotineira	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento das condições físicas e estruturais da unidade. • Monitoramento das condições de funcionamento da unidade. • Substituição do material de enchimento a cada três anos. 	Operador local / municipal

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

04 Experiências de esgotamento rural no Brasil



Objetivos do capítulo

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

São Ludgero 100% Esgoto Sanitário Tratado – Santa Catarina



Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – Samae de São Ludgero, Santa Catarina

- Gestão dos serviços: Autarquia municipal
- Abrangência: Município de São Ludgero (SC)

O pequeno município sul-catarinense de São Ludgero destaca-se no cenário nacional com o projeto “São Ludgero 100% de Esgoto Tratado” que visou atingir a universalização⁶ do tratamento de esgotos na área urbana e rural do município. Na área urbana o projeto consistiu na ampliação da rede coletora de esgoto para mais de 3,2 mil ligações no perímetro urbano,

enquanto na área rural implantou-se entre os anos de 2015 e 2018 mais de 600 Sistemas Individuais de Tratamento (SIT) de esgotos sanitários (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LUDGERO, 2018), os quais consistiam de reatores tipo tanques sépticos (fossas sépticas) seguidos de filtro ascendente e círculo de bananeiras (Figura 21).

⁶ A meta de universalização no município de São Ludgero foi alcançada no Dia Mundial da Água, em 22 de março de 2018, segundo informações da Prefeitura Municipal.

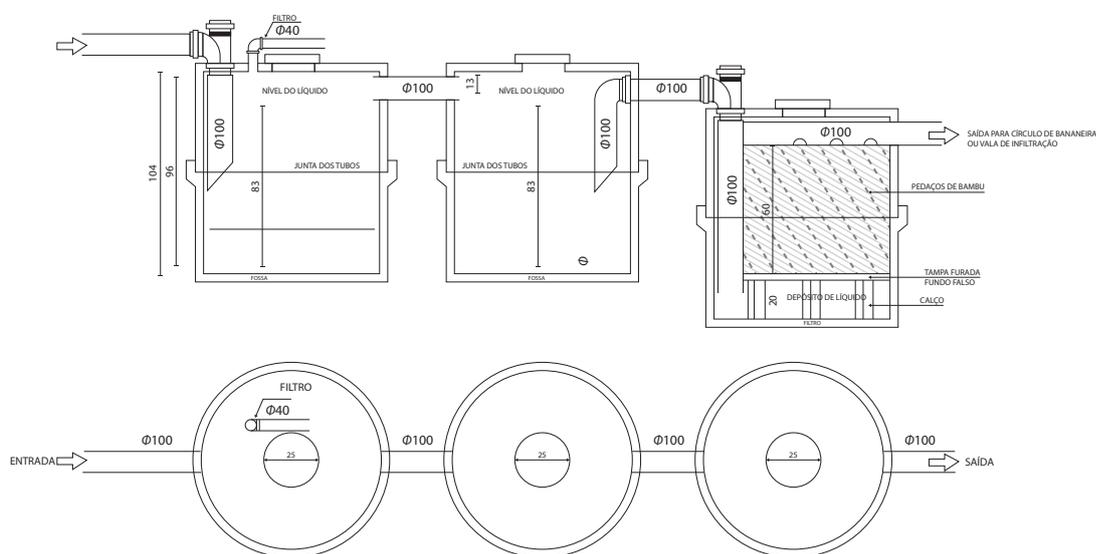


Figura 21 – Solução individual de tratamento de esgotos sanitários utilizada nas áreas rurais de São Ludgero.

Fonte: Volpato e Schuroff (2017).

Conforme Peters e Comelli (2017), o projeto de universalização do tratamento de esgotos em São Ludgero foi criado no ano de 2015 como complementação das ações do Projeto Microbacias 2, já desenvolvidas no município desde o ano de 2012 pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri. O Microbacias 2 foi um projeto de desenvolvimento rural sustentável do governo de Santa Catarina com o objetivo central de reduzir a pobreza rural catarinense com ações integradas para o desenvolvimento econômico, ambiental e social do território.

As ações do Projeto Microbacias 2 em São Ludgero foram intensificadas, a partir de 2002, com os trabalhos de conscientização em educação ambiental em todas as escolas da educação infantil e ensino fundamental do município. Paralelamente ao trabalho de conscientização nas escolas, foi realizado nas comunidades rurais um trabalho extenso de mobilização social, com enfoque na preservação ambiental, através do Projeto Microbacias e Microbacias 2.

Após várias atividades visando o desenvolvimento da mobilização social nas comunida-

des rurais de São Ludgero, iniciou-se no ano de 2006 a implantação dos primeiros módulos de fossas sépticas nas áreas rurais com incentivo do projeto Microbacias 2 da Epagri (Figura 22), da Prefeitura Municipal, em parceria com o Samae, e que posteriormente recebeu apoio financeiro da Vigilância Sanitária municipal (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LUDGERO, 2014). Peters e Comelli (2017), por sua vez, ressaltam que essa implantação dos sistemas individuais de tratamento de esgotos nas áreas rurais se iniciou em especialidade para proteção das nascentes utilizadas para abastecimento de água do perímetro urbano de São Ludgero, além do grande número de jovens residentes nas comunidades rurais (Figura 23).



Figura 22 – Instalação de módulos de fossas sépticas em área rural de São Ludgero.

Fonte: Volpato e Schurohff (2017).



Figura 23 – Área rural com despejo inadequado de esgotos sanitários.

Fonte: Volpato e Schurohff (2017)

O trabalho de instalação das fossas foi fortalecido em 2011 com a publicação de uma Lei

Municipal pela prefeitura de São Ludgero. A Lei Municipal nº 1.749 sancionada em 29 de agosto de 2011 autorizou a doação de fossas sépticas à população rural do município, utilizando recursos orçamentários da Vigilância Sanitária, garantindo o investimento anual para a ação.

A lei, por sua vez, foi regulamentada pelo Decreto Municipal nº 681/2011 que estabeleceu as normas e critérios para as doações. A análise dos documentos foi estabelecida como responsabilidade conjunta da Vigilância Sanitária municipal e do Samae. Enquanto a instalação dos kits ficaria a cargo da parceria Epagri, Prefeitura Municipal, seguindo as diretrizes do projeto Microbacias. Ressalta-se que o Decreto nº 681/2011 estabeleceu que, entre os documentos necessários para a solicitação das fossas, deveria ser entregue uma declaração assinada pelo morador responsabilizando-se pela manutenção da fossa séptica.

Com a intensificação da parceria entre Epagri, Samae e a Prefeitura de São Ludgero, o sucesso da iniciativa junto à população rural, assim como a proximidade do alcance da meta de universalização do tratamento de esgotos no município, foi lançado oficialmente, no ano de 2015, o Projeto “São Ludgero 100% de Esgoto Tratado” (Figura 24). O projeto teve como objetivo geral implantar o tratamento de esgoto sanitário em 100% da área urbana e rural do município, tendo como previsão de conclusão o final do ano de 2016 (VOLPATO; SCHUROHFF, 2017).



Figura 24 – Logo do projeto lançado em 2015.

Fonte: Volpato e Schurohff (2017).

A instalação do conjunto de fossas ficou a cargo do Grupo Gestor do projeto, sendo composto por técnicos do Samae (mão de obra e disponibilização de maquinário), Epagri (orientação técnica), Secretarias municipais de Agricultura e de Obras (operacionalização e apoio nas instalações), recebendo a supervisão da Secretaria de Saúde e Vigilância Sanitária (aquisição das fossas e mobilização das comunidades através dos agentes de saúde).

Os moradores das áreas rurais recebem sem ônus financeiro o conjunto de fossas, mas

com a contrapartida exigida pela Prefeitura Municipal de que uma pessoa da família atendida auxilie nos trabalhos de instalação e a família assuma a responsabilidade de realizar uma limpeza a cada três anos.

Após atingir a universalização do tratamento de esgotos no município, os sistemas de tratamento continuam sendo instalados nas áreas rurais em todas as novas residências construídas em São Ludgero (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LUDGERO, 2018).

Sanear Amazônia – Acre, Amapá, Amazonas e Pará



Memorial Chico Mendes (MCM) - Acre, Amapá, Amazonas e Pará

- Gestão do projeto: 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** com a implantação de tecnologias sociais como: o “Sistema de Acesso à Água Pluvial Multiuso Comunitário” e o “Sistema de Acesso à Água Pluvial Multiuso Autônomo” (Figura 25), obje-

tiva possibilitar para as comunidades de reservas extrativistas da Amazônia o acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário (MCM, 2015).

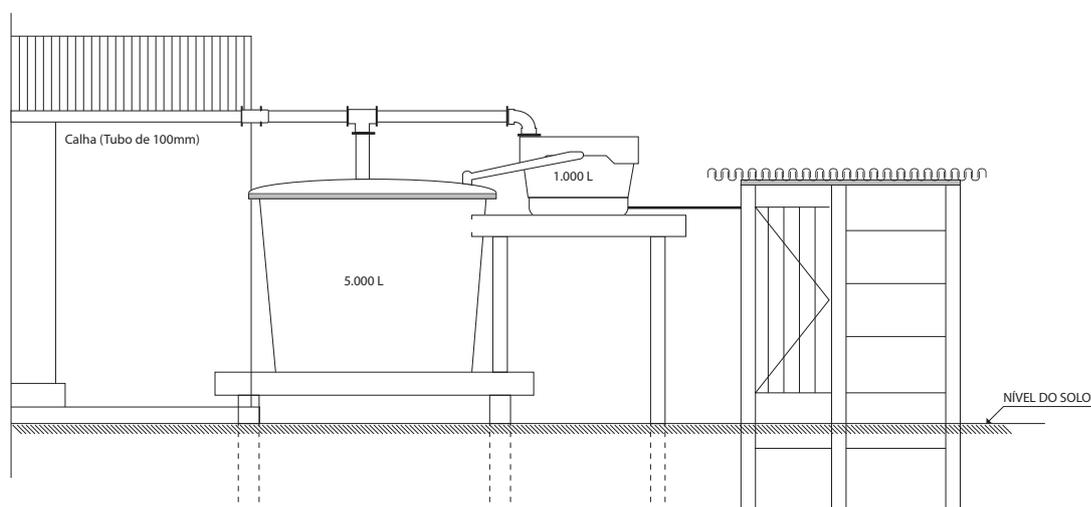


Figura 25 – Modelo do Sistema de Acesso à Água Pluvial Multiuso Autônomo.

Fonte: SESAN (2014).

O sistema unifamiliar, para atendimento de famílias isoladas, utilizado no Sanear consiste em: i) uma estrutura para captação de água de chuva no telhado (Figura 26); ii) um reservatório elevado de 1.000 litros, com uma unidade de filtração lenta; iii) um reservatório complementar de 5.000 litros (Figura 27); e iv) uma Instalação Sanitária Domiciliar – ISD

(Figura 28 e Figura 29), com quatro pontos de uso (pia, chuveiro, vaso sanitário e pia de cozinha) e uma fossa. Os sistemas comunitários, com capacidade de 15 mil litros, construídos quando há proximidades de pelo menos seis residências incluem unidades de captação, tratamento e redes distribuição comunitárias (Figura 30 e Figura 31).



Figura 26 – Instalação da calha no telhado com tubo PVC 100 mm.

Fonte: FBB (2017).



Figura 27 – Reservatórios elevados de 1000 e 5000L.

Fonte: FBB (2017).



Figura 28 – ISD de placas pré-moldadas em construção.

Fonte: FBB (2017).



Figura 29 – Sistema autônomo pronto.

Fonte: Arquivo da Funasa (s.n.).



Figura 30 – Sistema comunitário pronto.
Fonte: FBB (2017).



Figura 31 – Reservatórios comunitários e filtro de areia.
Fonte: FBB (2017).

As primeiras unidades da tecnologia foram construídas em 2009 nas 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 pública 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 (FBB, 2017; MCM, 2015).

A parceria do MDS com o Memorial Chico Mendes (MCM), o Conselho Nacional das Populações Extrativistas (CNS), e outras entidades parceiras, por sua vez, permitirá a replicação para até 2.800 famílias dos estados do Acre, Amapá e Pará, além do Amazonas (Tabela 12). O público-alvo dos projetos são famílias com renda *per capita* de até meio salário mínimo, residentes nas áreas rurais e sem acesso à água potável.

Tabela 12 – Metas de atendimento do Projeto Sanear Amazônia

UF	RESEX	Área (ha)	Famílias atendidas	Municípios
AC	Chico Mendes	931.537,14	500	Xapuri, Rio Branco, Brasileia 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	Curralinho 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, com a Instalação Sanitária Domiciliar – ISD, 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.

A ISD consiste em uma estrutura física composta por um cômodo anexo⁷ ao domicílio. 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 o ISD seja construído com as placas de concreto. Entretanto, a variabilidade faz-se necessário 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 ano. Em algumas regiões, os ambientes ficam inundados por seis meses e a água pode elevar-se até 12 metros de altura.

Com base nesse cenário, a Instrução Normativa nº 08/2016 da Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – Sesan (SESAN, 2016) estabelece que o Sanear deve utilizar dois modelos de tecnologia: a ISD em ambiente de várzea (Figura 32) e ISD em ambiente de terra firme (Figura 33). A adaptação, utilizada para a várzea, reside na construção do ISD sobre pilares, para que a cota do nível da ISD fique acima do nível da maior enchente registrada na região, em pelo menos 20 cm, além da diferenciação no modelo da fossa (Figura 34).

7 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.



Figura 32 – ISD em ambiente de várzea em período de cheia.
Fonte: FBB (2017).



Figura 33 – ISD de ambiente de terra firme.
Fonte: Arquivo da Funasa (s.n.).

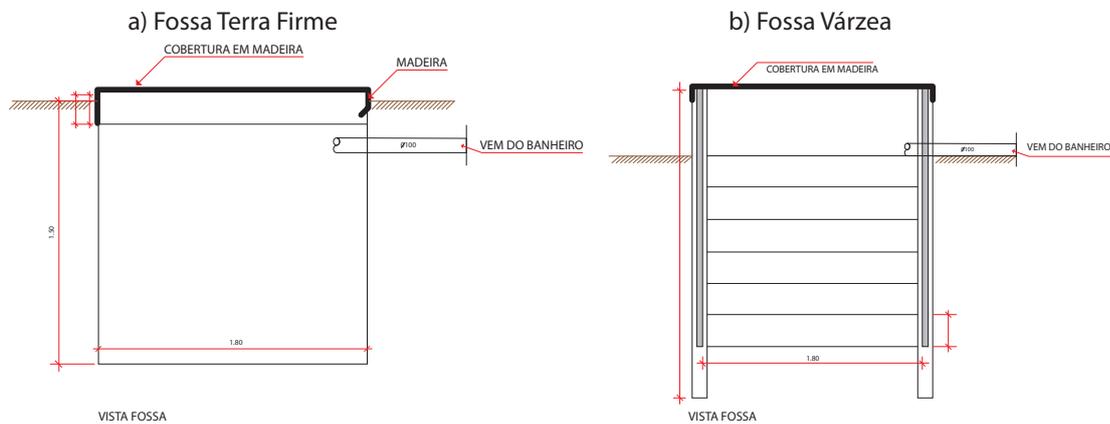


Figura 34 – Desenho técnico de fossa projetada para ambiente de Terra Firme (a) e para ambiente de Várzea (b).
Fonte: SESAN (2016).

Conforme a Sesan (2016), no caso da fossa de várzea, todas as paredes e o piso da fossa devem ser estabilizados com as placas pré-moldadas de concreto. A fossa é construída como uma caixa fechada, com perfurações apenas no piso para permitir a infiltração da água no solo (Figura 35). Para os terrenos de terra firme, o próprio solo funciona como a parede da fossa, com uma simples estrutura de contenção de 20 a 40 cm na camada mais superficial, aumentando a taxa de infiltração da água no solo desse modo. Nos dois modelos de fossa, um tubo de PVC é posto na vertical para expulsar os gases da digestão anaeróbia.

A durabilidade de ambos os modelos de fossa é de aproximadamente 30 anos, para uma média de três a cinco pessoas por domicílio. As fossas devem se localizar a uma distância do banheiro de pelo menos 2 metros, enquanto a cota do fundo deve estar 1,5 metros acima do lençol freático (Figura 36). O modelo de várzea deve estar 50 cm acima do nível da maior enchente (SESAN, 2016).

Conforme apontado pela SESAN (2016), por meio da descrição das adaptações necessárias, demonstra-se que para a implantação da infraestrutura em ambientes de várzea



Figura 35 – Fossa construída em terreno de várzea.

Fonte: FBB (2017).

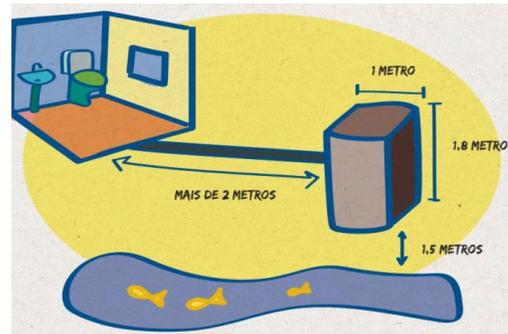


Figura 36 – Desenho ilustrativo do posicionamento da fossa.

Fonte: FBB (2017).

demandam-se modificações, as quais implicarão em maior quantidade de material e consequentemente em maior custo, quando

comparados com a construção das mesmas tecnologias em ambientes de terra firme.

Banheiro Seco Cepagro/Cedapp – Pernambuco



Centro Diocesano de Apoio ao Pequeno Produtor (Cedapp), Pernambuco

- Gestão dos serviços: Organização Não Governamental, com financiamento de agência de apoio internacional
- Abrangência: Município de Pesqueira (PE)

No estado de Pernambuco 126 banheiros secos foram construídos em 17 comunidades do semiárido entre 2009 e 2010 (Figura 37), com financiamento da Inter-American Foundation (IAF), assessoria técnica do Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo (Cepagro) e o trabalho do Centro Diocesano de Apoio ao Pequeno Produtor (Cedapp) com a população local (Figura 38) (CEPAGRO, 2013).

De acordo com cartilha da Cepagro (2013) e informações da Fundação Banco do Brasil (FBB, 2012), a iniciativa de construção dos banheiros foi planejada após conversa do Cepagro (entidade baseada em Florianópolis, Santa Catarina) com o Cedapp (baseado no

município de Pesqueira, a 180km de Recife) em encontro de donatários da IAF na cidade de Belo Horizonte em 2008.

O intercâmbio entre as entidades iniciou com a construção, por meio de mutirão comunitário, de dois modelos de banheiro seco: um com uma bombona plástica removível, em Serra da Cruz, e outro do tipo duas câmaras de alvenaria, em Horizonte Alegre, ambas na região de Pesqueira (PE). Com sugestão de alterações feitas pelos moradores (Figura 39 e Figura 40), o modelo com bombonas removíveis foi escolhido para replicação, devido ao baixo custo e maior facilidade na edificação e manutenção. Em todas as unidades cons-



Figura 37 – Banheiro construído na comunidade de Sítio Serrinha, município de Buíque-PE.
Fonte: FBB (2012).



Figura 38 – Mutirão de construção dos banheiros.
Fonte: Cepagro (2013).

truídas foi utilizada uma horta em mandala ou um círculo de bananeira para destino da urina, da água da pia e do chuveiro.

Com relação aos processos de sanitização, os banheiros do programa Cepagro/Cedapp utilizaram dois métodos: compostagem ou desidratação e alcalinização. De acordo com o método escolhido foi selecionado o mate-

rial de cobertura dos dejetos (material orgânico para compostagem e terra fina com cal para desidratação). O processo de desidratação é recomendado por Cepagro (2013) para regiões muito secas, onde seja complicado conseguir os materiais orgânicos ricos em carbono e o teor de umidade necessários para que a pilha de compostagem funcione adequadamente.



Figura 39 – Ilustração dos primeiros modelos construídos com: recipiente móvel, degraus, mictório abaixo da pia e sem chuveiro.
Fonte: Cepagro (2013).

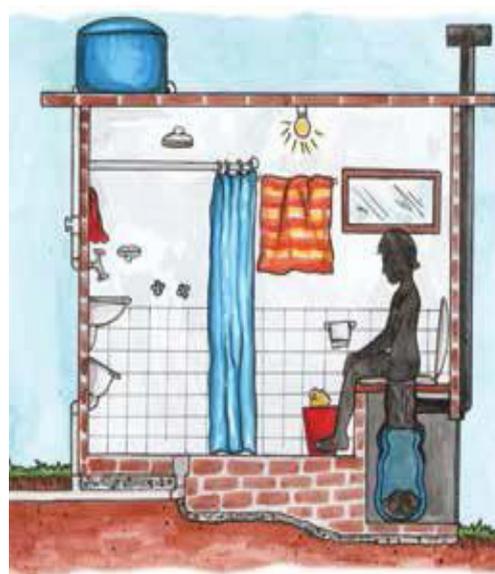


Figura 40 – Ilustração do banheiro com alterações solicitadas pela comunidade: inclusão do chuveiro e eliminação dos degraus.
Fonte: Cepagro (2013).

A Tabela 13 descreve todas as etapas de trabalho do projeto em Pernambuco entre os anos de 2008 e 2013 no município de Pesqueira.

Tabela 13 – Etapas da implantação de Banheiros Secos no programa Cepagro/Cedapp

Etapa	Atividades realizadas
1º passo (março de 2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Construção da proposta entre os técnicos e financiadores
2º passo (agosto de 2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitação e sensibilização da equipe técnica do Cedapp. • Sensibilização de duas comunidades através de palestras e apresentação de um vídeo elaborado pelo Cepagro. • Construção de dois modelos com a capacitação de pedreiros e sensibilização dos usuários.
3º passo	<ul style="list-style-type: none"> • Em 15 comunidades rurais do semiárido pernambucano, técnicos do Cedapp apresentam a proposta do Banheiro Seco para sensibilizar as famílias e identificar as mais necessitadas.
4º passo (janeiro de 2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Início da construção dos primeiros 95 Banheiros Secos. O custo unitário foi de aproximadamente R\$ 1.400, com uso de alvenaria e inclusão de chuveiro, já que muitas famílias também não dispunham de local para banho. Cada obra teve a presença de um ajudante da família e acompanhamento técnico do Cedapp.
5º passo (março de 2010)	<ul style="list-style-type: none"> • O IAF financia mais um intercâmbio entre Cedapp e Cepagro para a capacitação de boas práticas de utilização do Banheiro Seco, através de oficinas realizadas em 15 comunidades. Foi elaborada uma cartilha específica para esse fim.
6º passo (abril de 2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação final do trabalho e recomendações finais: • A desidratação é o modelo mais adaptado para tratar as fezes naquela região. • Necessidade de acompanhamento mais frequente às famílias beneficiadas pelo Banheiro Seco. • Importância de análises do resíduo tratado para garantir a higienicidade.

Fonte: Adaptado de Cepagro (2013).

Oficina – Gestão de Sistemas de Esgotamento Sanitário em áreas rurais no Programa Sustentar					
Objetivo:	Compartilhar e nivelar conhecimentos sobre as atribuições e atividades da Funasa em apoio à gestão de sistemas de esgotamento sanitário no âmbito de atuação do Programa Sustentar				
Público:	Técnicos do Núcleo Intersetorial de Cooperação Técnica (NICT) da Fundação Nacional de Saúde				
Carga horária total:	12 horas e 30 minutos				
1º Dia – Manhã (10h – 12h)					
Objetivo Específico	Conteúdo Específico	Metodologia	Desenvolvimento	Recurso didático	Tempo sugerido
<ul style="list-style-type: none"> • Chegada dos participantes e Credenciamento • Cerimônia de abertura 					<ul style="list-style-type: none"> • 1 hora
<ul style="list-style-type: none"> • Interagir com o grupo • Estimular a iniciativa com respeito as diferenças • Estimular o trabalho em equipe 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação e dinâmica de grupo 	<ul style="list-style-type: none"> • Dinâmica de Integração • Participativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise do Perfil Comportamental • Apresentação dos participantes com levantamento de expectativas • Dinâmica de grupo 	<ul style="list-style-type: none"> • Papel, caneta, lápis, borracha, equipamento multimídia 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 hora
Almoço					
1º Dia – Tarde (14h – 17h)					
Objetivo Específico	Conteúdo Específico	Metodologia	Desenvolvimento	Recurso didático	Tempo sugerido
<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação geral sobre o Programa Sustentar 	<ul style="list-style-type: none"> • Documento orientador do Sustentar e Portaria Funasa nº 3.069, de 21 de maio de 2018 	<ul style="list-style-type: none"> • Expositiva e participativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar estratégias para alcance da sustentabilidade das ações e dos serviços de saneamento e saúde ambiental e fornecer diretrizes para atuação, no âmbito da Funasa, em áreas rurais e comunidades tradicionais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamento multimídia 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 minutos

Oficina – Gestão de Sistemas de Esgotamento Sanitário em áreas rurais no Programa Sustentar					
<ul style="list-style-type: none"> Conhecer os objetivos do curso de gestão de esgotamento no Programa Sustentar 	<ul style="list-style-type: none"> Objetivos da oficina de gestão 	<ul style="list-style-type: none"> Expositiva e participativa 	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação dos objetivos 	<ul style="list-style-type: none"> Equipamento multimídia 	<ul style="list-style-type: none"> 15 minutos
<ul style="list-style-type: none"> Módulo I – Parte I 	<ul style="list-style-type: none"> Os sistemas e soluções de esgotamento sanitário 	<ul style="list-style-type: none"> Expositiva e participativa 	<ul style="list-style-type: none"> A composição e os tipos de esgotos. A importância dos serviços de esgotamento. Os sistemas e as soluções individuais de tratamento de esgotos. Níveis de tratamento de esgotos. 	<ul style="list-style-type: none"> Equipamento multimídia 	<ul style="list-style-type: none"> 1 hora
Intervalo					
<ul style="list-style-type: none"> Módulo I – Parte II 	<ul style="list-style-type: none"> Os sistemas e soluções de esgotamento sanitário 	<ul style="list-style-type: none"> Expositiva e participativa 	<ul style="list-style-type: none"> A composição e os tipos de esgotos. A importância dos serviços de esgotamento. Os sistemas e as soluções individuais de tratamento de esgotos. Níveis de tratamento de esgotos. 	<ul style="list-style-type: none"> Equipamento multimídia 	<ul style="list-style-type: none"> 1 hora
2º Dia – Manhã (08h30 – 12h00)					
Objetivo Específico	Conteúdo Específico	Metodologia	Desenvolvimento	Recurso didático	Tempo sugerido
<ul style="list-style-type: none"> Módulo II – Parte I 	<ul style="list-style-type: none"> Gestão do esgotamento em áreas rurais 	<ul style="list-style-type: none"> Expositiva e participativa 	<ul style="list-style-type: none"> Modelo de gestão compartilhada dos serviços de esgotamento sanitário do Programa Sustentar (nível domiciliar e local) 	<ul style="list-style-type: none"> Equipamento multimídia 	<ul style="list-style-type: none"> 1 hora
Intervalo					
<ul style="list-style-type: none"> Módulo II – Parte II 	<ul style="list-style-type: none"> Gestão do esgotamento em áreas rurais 	<ul style="list-style-type: none"> Expositiva e participativa 	<ul style="list-style-type: none"> Modelo de gestão compartilhada dos serviços de esgotamento sanitário do Programa Sustentar (nível municipal e intermunicipal) 	<ul style="list-style-type: none"> Equipamento multimídia 	<ul style="list-style-type: none"> 1 hora

Oficina – Gestão de Sistemas de Esgotamento Sanitário em áreas rurais no Programa Sustentar				
Intervalo				15 minutos
<ul style="list-style-type: none"> Módulo III – Parte I 	<ul style="list-style-type: none"> Alternativas tecnológicas para o tratamento de esgotos sanitários em áreas rurais 	<ul style="list-style-type: none"> Expositiva e participativa 	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação e discussão sobre as soluções tecnológicas para o esgotamento sanitário. Discussão sobre a gestão operacional das soluções e sistemas de esgotamento 	<ul style="list-style-type: none"> Equipamento multimídia
Almoço				
2º Dia – Tarde (14h00 – 18h00)				
Objetivo Específico	Conteúdo Específico	Metodologia	Desenvolvimento	Tempo sugerido
<ul style="list-style-type: none"> Módulo III – Parte II 	<ul style="list-style-type: none"> Alternativas tecnológicas para o tratamento de esgotos sanitários em áreas rurais 	<ul style="list-style-type: none"> Expositiva e participativa 	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação e discussão sobre as soluções tecnológicas para esgotamento. Discussão sobre a gestão operacional das soluções e sistemas de esgotamento 	<ul style="list-style-type: none"> 1 hora
Intervalo				15 minutos
<ul style="list-style-type: none"> Módulo IV 	<ul style="list-style-type: none"> Experiências de esgotamento sanitário nas áreas rurais do Brasil 	<ul style="list-style-type: none"> Expositiva e participativa 	<ul style="list-style-type: none"> Estudo de caso de boas iniciativas de gestão em esgotamento sanitário nas áreas rurais de diversas regiões do Brasil 	<ul style="list-style-type: none"> 1 hora
<ul style="list-style-type: none"> Consolidação da oficina 	<ul style="list-style-type: none"> Discussão sobre os principais pontos levantados na oficina 	<ul style="list-style-type: none"> Expositiva e participativa 	<ul style="list-style-type: none"> Discussão dos principais pontos da oficina para melhoria do processo de capacitação e alcance dos objetivos propostos 	<ul style="list-style-type: none"> 1 hora
<ul style="list-style-type: none"> Avaliação da oficina 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação da oficina de gestão 	<ul style="list-style-type: none"> Participativa 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação da oficina de capacitação pelos participantes 	<ul style="list-style-type: none"> 30 minutos
Encerramento				15 minutos

Referências

- ABNT. **NBR 13969: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997.
- ABNT. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993.
- AMATUZI, B.; BOTEGA, J. L.; CELANTE, L. S. **Implementação de banheiro seco como proposta de saneamento ecológico**. 2013. 63 f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.
- BELLI FILHO, P. **et al. Dossiê de Tecnologias – Objetivo 3: Saneamento Básico Rural**. Florianópolis, SC: [s.n.], 2007.
- BENJAMIN, A. M. **Bacia de evapotranspiração: tratamento de efluentes domésticos e de produção de alimentos**. 2013. 50 f. Universidade Federal de Lavras, 2013.
- 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**. Brasília, DF: [s.n.], 2018b.
- BRASIL. **Programa SUSTENTAR Saneamento e Sustentabilidade em Áreas Rurais**. Brasília, DF, Brasil: Fundação Nacional de Saúde, 2018c.
- CEPAGRO. **Banheiro seco: saneamento como princípio agroecológico e resposta à crise de água**. 1. ed. Florianópolis: Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, 2013.
- DEMENIGHI, A. LIMA. **Parâmetros projetuais para a implantação de sanitários secos desidratadores com desvio de urina (SSDDU)**. 2012. 175 f. Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
- FBB. **Banheiro Seco: uma alternativa ecológica no semiárido**. Disponível em: <<http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisar-tecnologias/banheiro-seco-alternativa-ecologica-no-semiarido.htm>>. Acesso em: 29 mar. 2018.
- FBB. **Manual Sistema de Acesso à Água Pluvial para Consumo das Comunidades Extrativistas**. Brasília, DF: [s.n.], 2017. Disponível em: <<http://tecnologiasocial.fbb.org.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A915916EADB01594587C7B116ED&inline=1>>.
- GALBIATI, A. F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. 2009. 38 f. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2009.
- HUTTON, G.; HALLER, L. **Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level**. Geneva: [s.n.], 2004.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico**. São Paulo: SP: Instituto Trata Brasil, 2012.
- IPEC. **Tecnologias**. Disponível em: <<https://www.ecocentro.org/o-ipecc/tecnologias/agua?lang=pt>>. Acesso em: 22 mar. 2018.
- KOBIYAMA, M.; MOTA, A. DE A.; CORSEUIL, C. W. Saneamento Rural. 2008, Rio Negrinho, SC: ACIRNE, 2008. p. 1-24.
- MÁLAGA, N.; GARCÍA, N. **Gestión del Saneamiento Ambiental Básico Rural: Manual para las Áreas Técnicas Municipales de Saneamiento**. Proyecto Saneamiento Ambiental Básico en la Sierra Sur. Cusco, Peru: [s.n.], 2010.
- MCM. **Projeto Sanear Amazônia**. Disponível em: <<http://memorialchicomendes.org/projeto-sanear-amazonia/>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Processos de tratamento de esgotos : guia do profissional em treinamento : nível 1**. Brasília, DF: Ministério Das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2008.

NEU, V.; SANTOS, M. A. S. DOS; MEYER, L. F. F. Banheiro ecológico ribeirinho : saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia. **Em Extensão**, v. 15, n. 1, p. 28-44, 2016.

PAES, W. M.; CRISPIN, M. C.; FURTADO, G. D. Uso de tecnologias ecológicas de saneamento básico para solução de conflitos socioambientais. **Gaia Scientia**, v. 8, n. ISSN 1981-1268, p. 226-247, 2014.

PAULO, L. P.; BERNARDES, F. S. **Estudo de tanque de evapotranspiração para o tratamento domiciliar de águas negras**. Campo Grande: MS: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2009.

PETERS, E.; COMELLI, R. U. **Eficiência dos sistemas individuais de tratamento de esgotos domésticos implantados na área rural do município de São Ludgero**. 2017. 1-28 f. Centro Universitário Barriga Verde – Unibave, 2017.

PHILIPPI, L. S. **et al. Eficácia dos sistemas de tratamento de esgoto doméstico e de água para consumo humano utilizando wetlands considerando períodos diferentes de instalação e diferentes substratos e plantas utilizados**. Florianópolis, SC: Grupo de estudos em saneamento descentralizado, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LUDGERO. **São Ludgero segue com as instalações do Sistema Individual de Tratamento (SIT) no meio rural**. Disponível em: <<http://www.saoludgero.sc.gov.br/noticias/index/ver/codMapaltem/16556/codNoticia/493886>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LUDGERO. **Técnicos visitam São Ludgero para conhecer projeto de Saneamento Ambiental Rural em desenvolvimento**. Disponível em: <<http://www.saoludgero.sc.gov.br/noticias/index/ver/codMapaltem/16556/codNoticia/165303>>. Acesso em: 22 jun. 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.

Samae DE SÃO LUDGERO. **São Ludgero 100% esgoto sanitário tratado**. Disponível em: <<http://www.samaesl.sc.gov.br/2016/index.php/institucional/noticias/223-sao-ludgero-100>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

SENS, M. L.; SEZERINO, P. H.; CAPANEMA, M. A. **Saneamento Rural**. Florianópolis, SC: [s.n.], 2014.

SESAN. **Instrução Operacional SESAN nº 05/2016, de 28/11/2016**. Brasília, 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.

SEZERINO, P. H. **et al.** Experiências brasileiras com wetlands construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para sistemas horizontais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 151-158, 2015.

SOUSA, C. D. S. S. **Banheiro Seco: tecnologia social para a promoção da saúde em comunidades situadas na zona rural do Baixo Munim, Maranhão**. 2014. 100 f. Universidade Estadual do Maranhão, 2014.

TEIXEIRA, M. B. **Sanitário Seco: uma alternativa de saneamento sustentável**. 2009. 131 f. Universidade Federal Fluminense, 2009.

VIEIRA, I. **Círculo de bananeiras**. Disponível em: <<http://www.setelombas.com.br/2006/10/circulo-de-bananeiras/>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

VOLPATO, T. B.; SCHUROHFF, J. P. Políticas Públicas e Saneamento Ambiental em áreas rurais: Projeto São Ludgero 100% Esgoto Sanitário Tratado. 2017, Itajaí, SC: Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, 2017.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.



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