

2023

SANEAMENTO RURAL:

BOAS PRÁTICAS OPERACIONAIS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO
FRANCISCO**

Andreza Carla Lopes André
Mestranda

Miriam Cleide Cavalcante de Amorim
Orientadora

Paula Tereza de Souza e Silva
Coorientadora

Felipe Natanael Silva Apolonio
Design e Diagramação



PROFNIT
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sanitação e Saneamento de Tecnologia para a Sustentabilidade



UNIVASF/LEA

**SANEAMENTO
AMBIENTAL**



Fórum Nacional de
Gestores de Inovação e
Transferência de Tecnologia

UNIVASF
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA INOVAÇÃO - PROFNIT

Andreza Carla Lopes André
Mestranda

Miriam Cleide Cavalcante de Amorim
Orientadora

Paula Tereza de Souza e Silva
Coorientadora

Felipe Natanael Silva Apolonio
Design e Diagramação

A555s André, Andreza Carla Lopes.

Saneamento rural: boas práticas operacionais de estações de tratamento de esgotos / Andreza Carla Lopes André, Miriam Cleide Cavalcante de Amorim, Paula Tereza de Souza e Silva, Felipe Natanael Silva Apolonio. - Juazeiro - BA, 2023.
20 f., il. color.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-5322-159-2

1. Saneamento rural. 2. Esgotamento sanitário. 3. Reuso agrícola. I. Título.

CDD 628.7

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



PROFNIT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA INOVAÇÃO



**SANEAMENTO
AMBIENTAL**



Fórum Nacional de
Gestores de Inovação e
Transferência de Tecnologia

UNIVASF
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO



Sumário

- 01 **Apresentação**
- 02 **Saneamento rural e sua importância**
- 03 **Tratamento de esgotos na zona rural**
- 04 **Tecnologias para tratamento de esgotos domésticos rurais**
- 05 **Estação de tratamento de esgotos (ETE): Constituição**
- 06 **Monitoramento da eficiência de ETEs**
- 07 **DESAFIO: Desenvolvimento de métodos não convencionais para monitoramento de indicadores de ETEs**
- 08 **REFERÊNCIAS**



PROFNIT

Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UNIVASF



UNIVASF/LEA

**SANEAMENTO
AMBIENTAL**Fórum Nacional de
Gestores de Inovação e
Transferência de Tecnologia**UNIVASF**
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO

Apresentação



Coletar e tratar o esgoto doméstico rural é uma das grandes dificuldades vivenciadas por todo o mundo. Na zona rural não é possível coletar e tratar o esgoto com a mesma facilidade com que fazemos na zona urbana, ficando essas responsabilidades a cargo dos próprios moradores rurais.

Em função disso, algumas **ações e programas de instituições** públicas e privadas estão sendo executadas para implantação e operação de **sistemas de tratamento de esgotos domiciliares e/ou comunitários nas zonas rurais**, mas para que esses sistemas funcionem de forma eficiente, os próprios produtores rurais precisam ser capacitados para conduzi-los de maneira correta, observando possíveis problemas que estejam acontecendo. Foi com esse objetivo que esse manual foi criado.

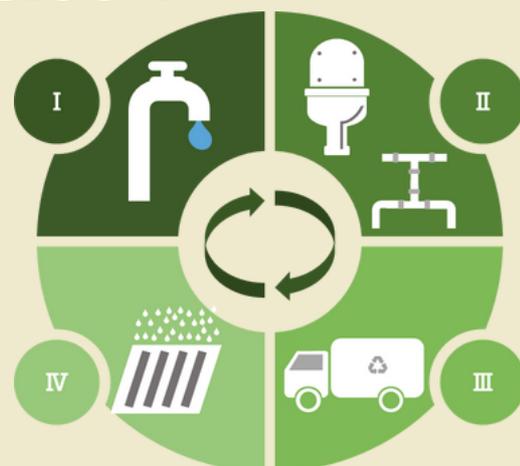
Este **Manual é produto do Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia** para Inovação e foi construído com o apoio do Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia - FORTEC, Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF e o Instituto da Pequena Agropecuária Apropriada - IRPAA.

Neste será **apresentado o saneamento rural, o tratamento de esgotos rurais domiciliares e/ou comunitários**, as principais **tecnologias utilizadas para tratamento de esgotos rurais**, constituição das ETEs utilizadas, a importância do monitoramento dessas ETEs, os equipamentos convencionais utilizados para esse monitoramento e o desafio para monitoramento dessas ETEs em campo.



O que é saneamento básico ?

O significado da palavra **Sanear** é **tornar saudável**. Assim, o **saneamento básico** é o conjunto de ações realizadas para garantir o **bem-estar e saúde** das pessoas ao diminuir a chance de proliferação de várias doenças.



Isso é feito por meio de **sistemas de abastecimento de água, esgoto sanitário, destinação correta do lixo e drenagem de águas das chuvas**, evitando também a poluição do meio ambiente.

Por que o saneamento básico é tão importante?

As soluções de **saneamento básico são essenciais** para a **saúde humana** e para **preservação da qualidade das águas e dos solos**. O acesso a condições sanitárias adequadas é direito de todos e dever do Estado, conforme estabelecido na **Constituição Federal (1988)**.

Apesar disso, o **saneamento na zona rural** é dificultado pela localização de residências em locais de difícil acesso e a grande distância entre residências, no entanto, a Lei Federal de Saneamento Básico nº 11.445/2007 estabelece que devem ser garantidas soluções sanitárias alternativas para atendimento dessa população.

O que são soluções alternativas de saneamento básico na zona rural?

São **soluções individuais** ou **comunitárias** que são adaptadas e apropriadas para assegurar o fornecimento de água e o tratamento de esgotos para população rural.

De acordo com a Portaria de Potabilidade nº 888/2021, soluções alternativas individuais ou coletivas para fornecimento de água são modalidades de abastecimento de água para consumo humano, sem rede de distribuição, que forneçam água a uma única família ou a várias famílias. São **exemplos de soluções alternativas de abastecimento** de água: cisternas, poços artesianos comunitários ou não, carro pipa, entre outros.

Como exemplos de soluções alternativas para tratamento de esgotos tem-se a fossa séptica, Bacia de Evapotranspiração (BET), Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), entre outras.



FIQUE LIGADO!!

A água para consumo humano deve passar por tratamento e deve ter qualidade conforme estabelece a Portaria do Ministério da saúde GM 888/2021!



O que é esgoto doméstico?



Chamamos de **esgoto** o líquido que **descartamos** em nossas casas através das pias, vasos sanitários, chuveiros e máquinas de lavar roupas.



FIQUE LIGADO!!

Esgoto é diferente de águas cinzas!!

A água cinza é toda água de descarte das nossas casas sem a presença das águas de vasos sanitários.

Ou seja, sem a presença de fezes e urina!

O que podemos encontrar no esgoto?



Fezes e
urina



Óleos e
gorduras



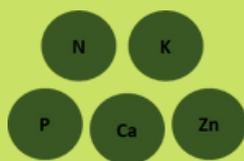
Restos
alimentares



Água



Produtos
químicos



Nutrientes



Fibras de roupas e
cabelos



Microrganismos
causadores de
doenças (Patógenos)

Por que devemos tratar o esgoto doméstico rural?

Tratamos os esgotos que produzimos para **proteger os solos e as águas e assegurar a saúde e bem estar das pessoas** ao retirar os microrganismos causadores de doenças.

Você sabe como se trata esgoto?

Como já vimos, **existem diversas soluções alternativas para tratar os esgotos**. Pois então, essas soluções são adaptadas a partir de técnicas convencionais nas quais os componentes poluidores dos esgotos são retirados pela ação de outros microrganismos que modificam a sua composição e assim, o esgoto tratado pode até ser reutilizado!



FIQUE LIGADO!!

Após tratado, o esgoto deve ser analisado em laboratório e estar de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos pela resolução CONAMA 430.

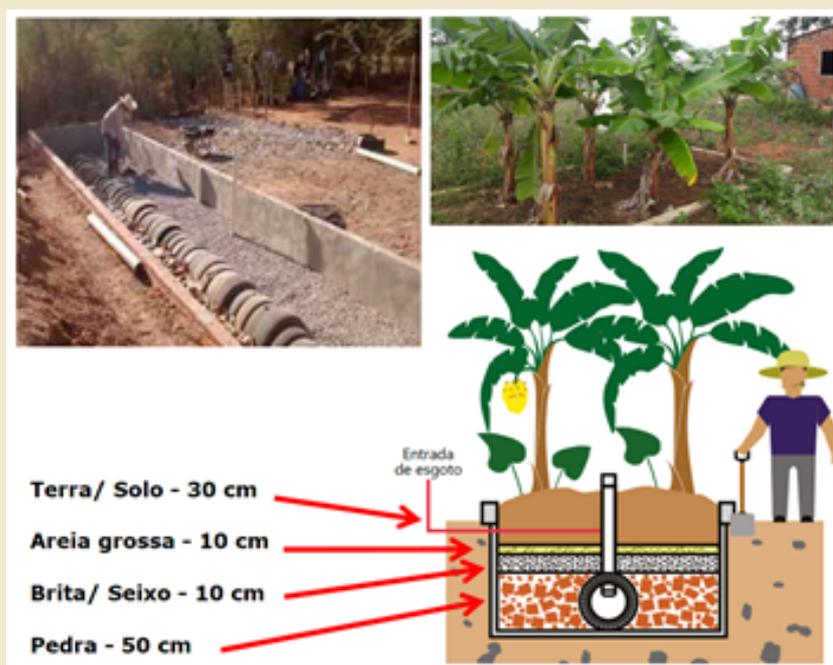


Técnicas adaptadas para tratamento de esgotos rurais

Existem diversas técnicas adaptadas para tratamento de esgotos rurais. As mais utilizadas no semiárido nordestino são:

01 Bacia de Evapotranspiração (BET)

Também conhecida como **fossa verde**, fossa de bananeira e tanque de evapotranspiração, a BET é basicamente uma **fossa ou tanque impermeabilizado**, possuindo em sua parte mais funda pneus colocados lado a lado e ao seu redor pedras para dar suporte. Em cima dessa camada mais funda são construídas camadas filtrante, utilizando como materiais britas ou seixos e areia grossa. Por fim, na camada mais superior é colocado solo, para o cultivo de bananeiras.

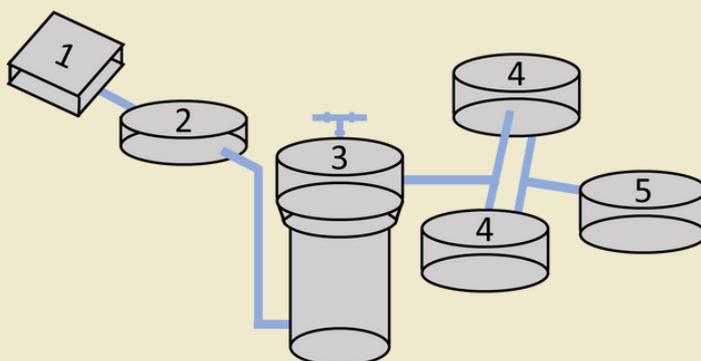


Fonte: Tonetti et al. (2018).

02

Estação de Tratamento de Esgotos domiciliares (ETE)

As ETEs são sistemas de tratamento onde o esgoto passa por basicamente **três fases** de tratamento:



1: Gradeamento; 2: Tanque de equalização; 3: Reator UASB; 4: Lagoas de polimento; 5: Tanque de Reuso.

- **Inicial** - é a primeira etapa do tratamento. Nessa fase são retirados dos esgotos materiais mais grosseiros (1).
- **Intermediária** - segunda etapa do tratamento (3) onde é removida a matéria orgânica, principal agente poluidor do esgoto que quando descartado diretamente no ambiente pode contaminar águas subterrâneas e águas superficiais.
- **Final** - após remoção do principal agente poluidor, o esgoto passa para a fase final do tratamento que é a etapa de desinfecção, utilizada para remover os microrganismos causadores de doenças (4).
- Caso a ETE esteja funcionando corretamente, o esgoto tratado pode até ser reutilizado.

Dentre as **tecnologias** citadas, a **ETE** é a mais utilizada, pois possui uma **eficiência de tratamento superior**. Além disso, existem várias configurações de ETEs, no entanto, a **mais usual na zona rural é a ETE composta** por reator UASB seguido de lagoas de polimento.

Vamos conhecer os componentes de uma ETE e o que acontece com o esgoto em cada etapa?

01 Gradeamento

02 Tanque de Equalização

03 Reator UASB

04 Lagoa de Polimento

05 Tanque de Reuso



Fonte: Autores (2022).

Componentes de uma ETE

01 Gradeamento

É a **primeira etapa do tratamento**, onde são retirados os materiais mais grosseiros, separando a parte líquida do esgoto da parte sólida.

03 Reator UASB

Responsável pela **etapa secundária do tratamento**, onde a matéria orgânica é transformada pela ação dos microrganismos ou bactérias anaeróbias.

05 Tanque de Reuso

Após passar por todo o sistema de tratamento, o **esgoto é armazenado no tanque de reuso**, estando pronto para ser reutilizado.

02 Tanque de Equalização

Tem como função **armazenar os esgotos** produzidos liberando aos poucos a sua passagem para a próxima etapa do tratamento.

04 Lagoa de Polimento

Tem a função de **eliminar os microrganismos causadores de doenças** por meio da radiação solar que incide na lagoa pois essas são rasas, permitindo uma boa penetração da luz solar, causando assim a morte dos microrganismos causadores de doenças.



FIQUE LIGADO!!

Antes de entrar na ETE, o esgoto deve passar por uma caixa de gordura para prevenir entupimentos na tubulação.

Como saber se a ETE está funcionando da forma correta?

Para saber a **eficiência de tratamento de uma ETE**, ou seja, se esta está funcionando de forma correta, é **necessário realizar o monitoramento contínuo dela**.

Esse monitoramento consiste na **análise laboratorial de uma amostra de esgoto na entrada** da ETE (coletadas no início do sistema de tratamento, logo após a caixa de gordura) e uma **amostra do esgoto na saída da ETE** (coletadas no tanque de reuso, após o esgoto ter passado por todo o tratamento).

Essas **amostras serão analisadas utilizando diversos indicadores de monitoramento**, como por exemplo indicadores de matéria orgânica, nutrientes, pH, cor, materiais sólidos suspensos e microrganismos causadores de doenças.

Destes, os **principais indicadores sanitários são a matéria orgânica** isto é a DBO e a DQO e os microrganismos causadores de doenças em geral, os coliformes fecais.

A **eficiência de tratamento da ETE** diz respeito principalmente a capacidade de **remoção de matéria orgânica** e dos **coliformes fecais** durante o tratamento.

Esse **monitoramento pode ser realizado em laboratório** utilizando equipamentos e métodos convencionais ou em campo utilizando equipamentos não convencionais ou portáteis.

Monitoramento em laboratório

Neste tipo de monitoramento, as **amostras são coletadas na entrada e na saída da ETE, transportadas em refrigeração para um laboratório** e só então serão analisadas utilizando os chamados **indicadores de monitoramento**.

Com base no **resultado dessas análises** é possível observar qual a **eficiência de tratamento da ETE**, ou seja, qual era a situação do esgoto de entrada e qual a qualidade final do esgoto na saída, após passar por todas as etapas do tratamento.

Deve-se considerar também o **custo para realização das análises em laboratório, seja por transporte, uso de reagentes químicos ou mão de obra especializada os quais são fatores que** dificultam ainda mais a realização desse tipo de monitoramento.

Em função dessas dificuldades, foram **desenvolvidos kits portáteis para monitoramento em campo** de indicadores importantes do tratamento de esgotos.



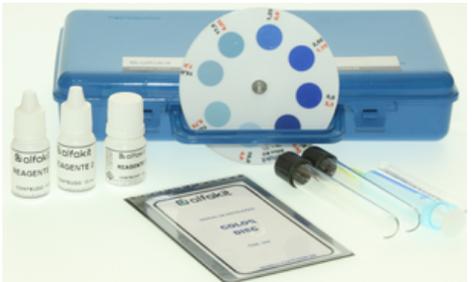
FIQUE LIGADO!!

Você sabia que a depender da distância entre as ETEs rurais e os laboratórios o monitoramento laboratorial não é possível? Isso ocorre devido o tempo entre a coleta da amostra do esgoto na ETE e o início da análise laboratorial, que não pode exceder 24 horas.

Esse é um grande desafio do saneamento rural.

Monitoramento em campo

Existem diversos kits e equipamentos portáteis para monitoramento em campo de indicadores relevantes para o tratamento de esgotos. Abaixo temos alguns **exemplos de kits existentes e seus usos**.

Indicadores	Kits portáteis para monitoramento em campo
<p>Matéria orgânica</p>	<p>Kit portátil para determinação de DQO (indicativo de matéria orgânica) por comparação visual em cartela colorimétrica.</p>  <p>Fonte: Alfakit: Card kit DQO de campo, 2022.</p>
<p>Nutrientes</p>	<p>Kit para determinação de nitrogênio amoniacal por meio de cartela colorimétrica.</p>  <p>Fonte: Alfakit: Color disc amônia-indotest, 2022.</p> <p>Kit para determinação de fosfato total por meio de cartela colorimétrica.</p>  <p>Fonte: Alfakit: Color disc fosfato total BC, 2022.</p>

Monitoramento em campo

Indicadores	Kits portáteis para monitoramento em campo
<p>Turbidez</p>	<p>Turbidímetro para determinação de turbidez, importante indicador de qualidade do tratamento, que diz respeito às partículas em suspensão na amostra.</p>  <p>Fonte: Alfakit: Turbidímetro Plus II microprocessado com memória, 2022.</p>
<p>pH</p>	<p>Kit para determinação de pH na água, por comparação visual em disco colorimétrico.</p>  <p>Fonte: Alfakit: Color disc pH, 2022.</p>

A **criação desses kits portáteis facilitou** o monitoramento de sistemas de tratamento pela possibilidade de medição em campo de indicadores relevantes, porém o custo para aquisição desses kits é elevado e muitas dessas soluções utilizam reagentes, que quando não descartados adequadamente prejudicam o meio ambiente.

Além disso, há a **necessidade de reposição de reagentes**, o que também representa um custo importante, dificultando a realização desse tipo de monitoramento.

Métodos não convencionais, porquê desenvolvê-los?

Até aqui vimos a **importância em monitorar as ETEs** e as **formas para realização desse monitoramento**.

Vimos também que tanto o **monitoramento laboratorial** quanto o **monitoramento em campo** encontram barreiras para serem realizados na zona rural em função dos elevados custos envolvidos, custos esses relacionados principalmente ao transporte das amostras, análises laboratoriais e aquisição de kits portáteis e reagentes para monitoramento em campo.

Por conta dessas dificuldades é comum encontrarmos **ETEs instaladas em campo**, porém sem nenhum acompanhamento sobre a eficiência de tratamento dos esgotos, o que em caso de tratamento inadequado pode colocar em risco a saúde das pessoas que entram em contato com esse esgoto.

Em função disso, surge um novo **desafio para o esgotamento sanitário rural**: Desenvolver um **método alternativo para monitoramento das ETEs** em campo, que seja de fácil utilização, baixo custo e baixo impacto ambiental.

É nesse sentido que os **pesquisadores devem caminhar nos próximos anos**, pois só assim os moradores rurais poderão saber a **eficiência de tratamento de sua ETE** e se o esgoto tratado pode ser **reutilizado na agricultura com segurança**.



FIQUE LIGADO!!

O monitoramento das ETEs é tão importante quanto a sua instalação!!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFAKIT. **Card kit DQO em campo.** Disponível em: <<https://alfakit.com.br/produtos/card-kit-comparacao-visual-em-cartela-colorimetrica-card-kit-dqo-de-campo-cod-163/>>. Acessado em: 07 de junho de 2022.

ALFAKIT. **Color disc amônia-indotest.** Disponível em: <<https://alfakit.com.br/produtos/color-disc-amonia-indotest-cod-817/>>. Acessado em: 07 de junho de 2022.

ALFAKIT. **Color disc fosfato total BC.** Disponível em: <<https://alfakit.com.br/produtos/color-disc-fosfato-total-bc-cod-711/>>. Acessado em: 07 de junho de 2022.

ALFAKIT. **Color disc pH.** Disponível em: <<https://alfakit.com.br/produtos/color-disc-ph-cod-294/>>. Acessado em: 07 de junho de 2022.

ALFAKIT. **Turbidímetro Plus II microprocessado com memória.** Disponível em: <<https://alfakit.com.br/produtos/turbidimetro-plus-ii-microprocessado-c-memoria-cod-353/>>. Acessado em: 07 de junho de 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 430, de 13/05/2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Disponível em: <https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/CONAMA_n.430.2011.pdf>. Acessado em: 02 de fevereiro de 2023.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html>. Acessado em: 02 de fevereiro de 2023.

TONETTI, A. L.; BRASIL, A. L.; MADRID, F. J. P. L.; FIGUEIREDO, I. C. S.; SCHNEIDER, J.; CRUZ, L. M. O.; DUARTE, N. C.; FERNANDES, P. M.; COASACA, R. L.; GARCIA, R. S.; MAGALHÃES, T. M. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções**. Campinas, São Paulo, 2018.

Realização

Andreza Carla Lopes André
Miriam Cleide Cavalcante de Amorim
Paula Tereza de Souza e Silva
Felipe Natanael Silva Apolonio

Apoio



Fórum Nacional de
Gestores de Inovação e
Transferência de Tecnologia



Parcerias

