

REUSO DE ÁGUA

Tratamento de esgoto doméstico para
reutilização na produção agrícola



Autores:

Sérgio Murilo S. de Araújo

Lázaro Avelino de Sousa

Sérgio Luiz M. de Azevedo



*REUSO DE ÁGUA: TRATAMENTO DE
ESGOTO DOMÉSTICO PARA
REUTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO
AGRÍCOLA*

Centro de Desenvolvimento Regional da Paraíba – CDR/PB
Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba - FAPESQ-PB
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Sociedade Brasileira da Ecologia Humana – SABEH

A663r Araújo, Sérgio Murilo Santos de.
Reuso de água: tratamento de esgoto doméstico para reutilização na produção agrícola [livro eletrônico] / Sérgio Murilo Santos de Araújo, Lázaro Avelino de Sousa, Sérgio Luiz Malta de Azevedo. – Paulo Afonso: Sociedade Brasileira de Ecologia Humana, 2023.
24 p.: il. color. (Cartilha).

Projeto: Reuso da água proveniente de esgoto doméstico tratado para a produção agrícola em comunidades rurais – Edital nº 21/2020 – SEECT/FAPESQ/PB/CDR.

E-book (PDF)

ISBN: 978-65-5732-059-4

1. Tratamento de Esgotos. 2. Recursos Hídricos. 3. Águas Residuárias. 4. Capacitação Social. 5. Saneamento Básico. I. Sousa, Lázaro Avelino de. II. Azevedo, Sérgio Luiz Malta de. III. Título. IV. Cartilha.

CDU 628.35



Projeto: Reuso da água proveniente de esgoto doméstico tratado para a produção agrícola em comunidades rurais – Edital nº 21/2020 – SEECT/FAPESQ/PB

Reuso de Água: tratamento de esgoto doméstico para reutilização na produção agrícola

Autores:

Sérgio Murilo Santos de Araújo – CH/UFCG

Lázaro Avelino de Sousa – CH/UFCG

Sérgio Luiz Malta de Azevedo – CH/UFCG

Equipe técnica:

Sérgio Murilo Santos de Araújo (coordenação do projeto). Pesquisadores: Hugo Alcântara (CDSA/UFCG); Lázaro Ramom dos Santos Andrade (PPGEGRN/UFCG), Rummenigge de Macêdo Rodrigues (CDSA/UFCG), Lázaro Avelino de Sousa (PPGEGRN/UFCG), Dânio Marne Silva de Araújo (PPGEGRN/UFCG), Lucas Fernandes Rodrigues (PIBIC/UAG/UFCG).

Campina Grande PB – 2023



Conselho Científico

- Prof. PhD. Juracy Marques dos Santos (GPEHA /UNEB);
Prof. PhD. Alfredo Wagner Berno de Almeida (UFAM/PPGAS);
Prof. PhD. João Pacheco de Oliveira (UFRJ/Museu Nacional);
Prof. PhD. Maria Cleonice de Souza Vergne (CAAPA/PPGEcoH/UNEB);
Prof. PhD. Eliane Maria de Souza Nogueira (NECTAS/PPGEcoH/UNEB);
Prof. PhD. Fábio Pedro Souza de F. Bandeira (UEFS/PPGEcoH);
Prof. PhD. José Geraldo Wanderley Marques (UNICAMP/UEFS/PPGEcoH);
Prof. PhD. Júlio Cesar de Sá Rocha (PPGEcoH/UNEB);
Prof. PhD. Flávia de Barros Prado Moura (UFAL);
Prof. PhD. Ricardo Amorim (PPGEcoH/UNEB);
Prof. PhD. Ronaldo Gomes Alvim (Centro Universitário Tiradentes–AL);
Prof. PhD. Artur Dias Lima (UNEB/PPGECO);
Prof. PhD. Adriana Cunha – (UNEB/PPGECO);
Prof. PhD. Alpina Begossi (UNICAMP);
Prof. PhD. Anderson da Costa Armstrong (UNIVASF);
Prof. PhD. Luciano Sérgio Ventin Bomfim (PPGEcoH/UNEB);
Prof. PhD. Ernani M. F. Lins Neto (UNIVASF);
Prof. PhD. Gustavo Hees de Negreiros (UNIVASF/SABEH);
Prof. PhD. Carlos Alberto Batista Santos (PPGEcoH/UNEB);
Prof. PhD. Maria do Socorro Pereira de Almeida (UFRPE);
Prof. PhD. Dinani Gomes Amorim (PPGEcoH/UNEB).
Prof. PhD. Ajibula Isau Badiru – NIGERIA (UNIT);
Prof. PhD. Martín Boada Jucá – SPAIN (UAB);
Prof. PhD. Iva Miranda Pires – PORTUGAL (FCSH);
Prof. PhD. Paulo Magalhães – PORTUGAL (QUERCUS);
Prof. PhD. Amado Insfrán Ortiz – PARAGUAY (UNA);
Prof. PhD. María José Aparício Meza – PARAGUAY (UNA).

Site da Sociedade Brasileira de Ecologia Humana: <https://www.sabeh.org.br>

Apresentação

Esta cartilha é uma publicação para divulgação do Projeto: Reuso da água proveniente de esgoto doméstico tratado para a produção agrícola em comunidades rurais, financiado pelo Edital nº 21/2020 - SEECT/FAPESQ/PB da Carteira de Projetos do Centro de Desenvolvimento Regional da Paraíba - CDR/PB.

O objetivo do projeto e da cartilha é proporcionar alternativas de reuso da água em comunidades no Semiárido brasileiro e disseminar o conhecimento para que estas comunidades possam ter maior disponibilidade de água para a produção agrícola de alimentos para consumo humano e para seus animais, possibilitando maior qualidade de vida da população.

Espera-se que a cartilha traga o conhecimento, a consciência, a esperança e a ação diante da maior disponibilidade de água para as atividades agropecuárias e a possibilidade de dias melhores na convivência com o semiárido.

Campina Grande-PB, 30 de outubro de 2023.

Por que aprender a reusar água?

A água é um recurso natural essencial para a vida na Terra, animal e vegetal, sendo fundamental para a sobrevivência animal e humana e para o funcionamento dos ecossistemas e da maioria dos fenômenos em nosso planeta. Ela está presente em todos os processos da sociedade, principalmente na produção agrícola, na pecuária e na indústria.

No mundo inteiro a disponibilidade de água torna-se fundamental para os grupos humanos, uma vez que suas atividades e sobrevivência dependem substancialmente da disponibilidade hídrica local ou regional. Assim, nessa cartilha vamos aprender uma das muitas alternativas tecnológicas destinadas ao reuso eficiente da água.

Na região do Semiárido Brasileiro, a duração do regime de chuvas é um fator limitante, sobretudo para a produção agrícola e agropecuária. A prática de uma pecuária extensiva paralela a uma exploração agrícola de sequeiro demanda o aproveitamento máximo do potencial hídrico da região, tanto para os cultivos, quanto para a produção

de pastagem para bovinos, ovinos e caprinos, sendo indispensável o uso racional da água nesta região.

O reuso de águas residuárias é uma alternativa que pode ser implementada através de sistemas de tratamento de esgoto doméstico, a exemplo de filtros de água cinza e fossas sépticas biodigestoras.

A água tratada por meio desses sistemas pode ser utilizada na irrigação de forrageiras (capim, palma etc.), de frutíferas lenhosas (acerola, goiaba etc.), plantas destinadas a arborização em pequenos povoados (Craibeira, Mulungu etc.) e plantios diversos.

A aplicação de água cinza pode melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, os quais podem favorecer ou interferir no crescimento vegetal. Por outro lado, o reuso de águas servidas evita a poluição ambiental nas áreas rurais, uma vez que o esgoto normalmente destinado aos rios ou às fossas absorventes passa a ser reaproveitado como biofertilizante.

O caráter inovador desta proposta de intervenção é a realização de tratamento de águas servidas (cinzas) com a utilização de macrófitas aquáticas para a melhoria da

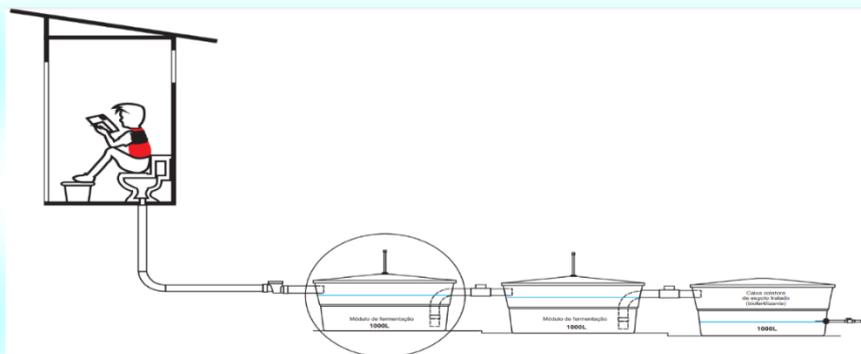
qualidade da água, reduzindo o excesso de nutrientes e produzindo fitomassa para ser usada como melhorador condicionador do solo, incrementando a matéria orgânica de terrenos solos agrícolas, em geral, baixa no Semiárido Brasileiro.

Alternativas de reuso da água

Sistema de Fossa Biodigestora

O sistema de fossa séptica biodigestora para tratamento de esgoto sanitário é composto por três caixas coletoras, com 1.000 litros cada uma, que ficam enterradas no solo e funcionam conectadas exclusivamente ao vaso sanitário, sendo interligadas entre si por tubos e conexões de PVC (Figura 1).

Figura 1 - Esquema do Sistema de Fossa Biodigestora



Fonte: EMBRAPA, 2017

Esse sistema foi desenvolvido por Novaes (2002) e é um modelo padrão para uma família de até cinco pessoas, que produz em média 50 litros de resíduos/dia, que, quando lançados na fossa biodigestora, dará um total de 1500 litros/mês.

As duas primeiras caixas do sistema são denominadas “módulos de fermentação”, ou seja, são os locais onde ocorre intensamente a biodigestão anaeróbia realizada pelas bactérias.

A última caixa, ou “caixa coletora” (Figura 2), é destinada ao armazenamento do efluente já estabilizado, de onde este pode ser retirado para posterior utilização (EMBRAPA, 2017).

De acordo com as instruções destinadas a montagem e operação de fossas sépticas biodigestoras da Embrapa (2017), o princípio do funcionamento desse sistema é a fermentação anaeróbia (ausência de oxigênio) realizada por um conjunto de microrganismos presentes no próprio esgoto.

Figura 2 - Caixa coletora do sistema de fossa biodigestora implantado no Sítio Bravo, no município de Boa Vista-PB.



Foto: Lázaro Avelino de Sousa (2022).

Sob condições adequadas de temperatura, tempo de permanência no sistema e nutrientes, os microrganismos consomem a matéria orgânica e transformam o esgoto bruto em um efluente (esgoto tratado) adequado para ser utilizado no solo como um fertilizante.

Ainda segundo a Embrapa, uma das maiores vantagens da Fossa Séptica Biodigestora é sua alta eficiência de remoção de patógenos, que são organismos causadores de doenças nos homens e animais, possibilitando maior segurança no reuso agrícola do efluente.

Sistema de Tratamento de Águas Cinza

O Sistema de tratamento para águas cinzas é composto por uma caixa de gordura, um filtro e um tanque de repouso. A norma NBR 13969 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1997) estabelece o dimensionamento do filtro com base na produção de 100 L/dia·m² de efluente cinza.

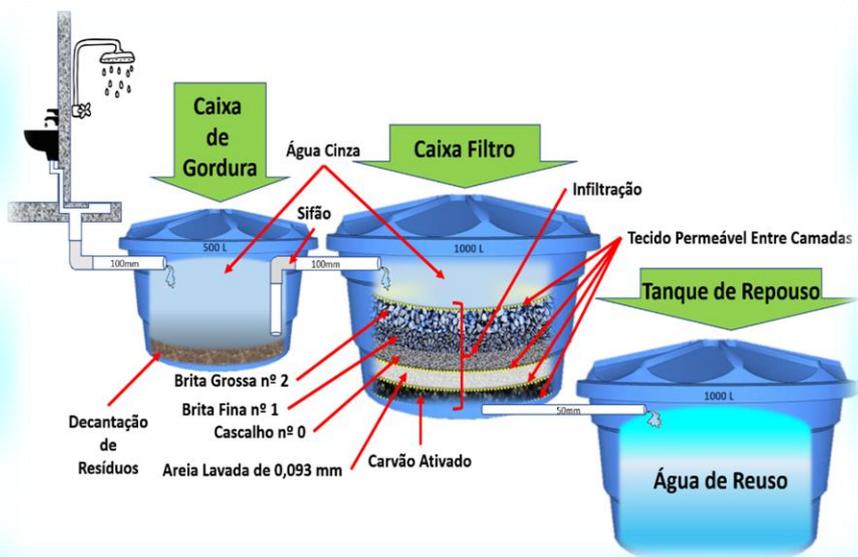
A água cinza, provinda de chuveiros e pias, é coletada na residência e passa por uma caixa de gordura simples que retém os resíduos de sabão e gorduras corporais contidas na água.

Logo após, a água entra em um filtro contido em uma segunda caixa, filtro este, constituído por cinco camadas: Carvão Ativado, Areia Lavada (diâmetro de 0,093 mm), Cascalho, Brita Fina (nº1) e Brita Grossa (nº2).

Entre as camadas utiliza-se um tecido permeável separando os materiais. Após a filtração, o líquido é destinado para uma terceira caixa onde fica armazenado até sua destinação final (Figura3).

Na primeira caixa há retenção forçada do sabão (por suspensão) e dos sólidos (por decantação/sedimentação). Na segunda caixa, o carvão ativado ajuda a eliminar o odor de substâncias químicas, enquanto a areia e as camadas de brita filtram a água residual por meios físicos (retenção) e bioquímicos (oxidação), devido aos micro-organismos fixos nas superfícies de grãos residuais. Na última caixa, ou tanque de repouso, a água fica armazenada e pronta para a reutilização.

Figura 3 - Esquema do Sistema de Filtragem de Água Cinza



Fonte: Desenhado por Lázaro Avelino (2023)

A figura 4 ilustra o resultado da filtragem de água cinza obtida no sistema implantado no Sítio Bravo, no município de Boa Vista-PB, no ano de 2022.

Figura 4 - Variação na transparência da água de reuso antes e depois da filtragem no sistema implantado no Sítio Bravo, Boa Vista-PB.



Foto: Sérgio Murilo Santos de Araújo (2023)

Análises de Águas Residuárias

Para que sejam utilizadas na irrigação de culturas agrícolas as águas residuárias precisam passar por análise laboratorial para a verificação dos padrões recomendáveis de uso estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 2005).

Amostras da água filtrada pelos sistemas de reuso devem ser analisadas em seus atributos físico-químicos e microbiológicos, conforme os parâmetros e métodos de análise descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros, métodos de análise e referência

<i>Parâmetro</i>	<i>Método de análise</i>	<i>Referência</i>
<i>pH</i>	<i>Método instrumental</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>DBO</i>	<i>Espectrofotométrico</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Sólidos Totais Dissolvidos</i>	<i>Método Instrumental</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Condutividade elétrica</i>	<i>Método Instrumental</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Coliformes Termotolerantes</i>	<i>Membrana filtrante</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Fósforo total</i>	<i>Método colorimétrico</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Turbidez</i>	<i>Método Instrumental</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Cor aparente</i>	<i>Método Instrumental</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Nitrogênio total</i>	<i>Método colorimétrico</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Magnésio</i>	<i>Método colorimétrico</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Cálcio</i>	<i>Método colorimétrico</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Oxigênio dissolvido</i>	<i>Método Instrumental</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Sódio</i>	<i>Método colorimétrico</i>	<i>APHA, 1999</i>
<i>Potássio</i>	<i>Método colorimétrico</i>	<i>APHA, 1999</i>

Fonte: APHA (1999)

A verificação dos parâmetros físico-químicos pode ser realizada em laboratório ou mesmo no local, através de sonda, como ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Introdução de sonda para a verificação dos parâmetros físico-químicos do efluente de fossa séptica biodigestora implantada no Sítio Bravo, Boa Vista-PB.



Foto: Lázaro Avelino (2023)

Já a coleta de amostras para a análise microbiológica é feita em frascos autoclavados (higienizados) estéreis e acondicionadas em caixa térmica com gelo durante o transporte para o laboratório, conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6 - Coleta de efluente do sistema de fossa séptica biodigestora implantado no Sítio Bravo, Boa Vista-PB.



Foto: Lázaro Ramom (2022)

De acordo com a norma NBR ABNT 13969 (1997), as águas provenientes de esgoto doméstico podem ser reutilizadas para a irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual. Para tanto, o tratamento necessário para a reutilização das águas residuárias deve fornecer um efluente com Coliforme Fecal inferior a 5.000 NMP 100 mL⁻¹ e oxigênio dissolvido acima de 2,0 mgL⁻¹. As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

*De acordo com Franca et al. (2022), a Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB, 2006), também apresenta recomendações de reuso de água conforme normas internacionais como *Guidelines for Water Reuse* da *United States Environmental Protection Agency (USEPA)* e a diretriz global da *World Health Organization (WHO)*. Esses autores elaboraram uma tabela síntese contendo as diretrizes da qualidade da água de reuso para irrigação considerando parâmetros nacionais e internacionais (Quadro 2)*

Quadro 2 - Diretrizes da qualidade da água de reuso para irrigação de acordo com as legislações nacionais e internacionais

Parâmetros	Referências				
	NBR 13.969/97	USEPA (2012)	WHO (2006)	PROSAB (2006)	Almeida (2010)
CT (NMP/100mL)	-	-	-	≤10.000	-
EC (NMP/100mL)	<5.000	≤200	≤100.000	≤10.000	-
Helmintos (ovos L ⁻¹)	-	-	≤1	≤1	-
CE (µScm ⁻¹)	-	-	-	200 - 1.000	0 - 3.000
DBO (mg O ₂ L ⁻¹)	-	≤30	-	Não há restrição	-
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	-	-	-	Não há restrição	-
pH	-	6,5 - 8,4	-	6,5 - 9	6 - 8,5
SDT (mg L ⁻¹)	-	<2.000	-	-	0 - 2.000
NT (mg L ⁻¹)	-	<30	-	-	0 - 10
NA (mg L ⁻¹)	-	<70	-	-	0 - 5
Cloretos (mg L ⁻¹)	-	-	-	45 - 750	0 - 1.000
Ca (mg L ⁻¹)	-	-	-	5 - 100	0 - 401
Mg (mg L ⁻¹)	-	-	-	1 - 45	0 - 61
Na (mg L ⁻¹)	-	-	-	30 - 140	0 - 920
K (mg L ⁻¹)	-	-	-	10 - 30	0 - 2
P (mg L ⁻¹)	-	-	-	-	0 - 2
RAS	-	-	-	1,5 - 25	0 - 15

Fonte: adaptado de Franca et al. (2022). Legenda: CT - Coliformes Termotolerantes; EC - Escherichia Coli; DBO - Demanda bioquímica de oxigênio; DQO - Demanda química de oxigênio; NA - Nitrogênio amoniacal.

Após devidamente analisadas, as águas do sistema de fossa biodigestora podem ser utilizadas para a irrigação de forragem para alimentação animal a exemplo da palma forrageira e capim (Figura 7).

Figura 7 - Palma forrageira irrigada com efluente tratado de fossa biodigestora no Sítio Bravo, Boa Vista-PB.



Foto: Lázaro Avelino (2023)

As águas cinza provindas das pias de cozinha e banheiro, bem como dos chuveiros, podem irrigar culturas forrageiras e frutíferas como cactáceas, gramíneas, palma, acerola e umbu. Também podem, a depender da qualidade final do efluente, irrigar canteiros de hortaliças (Figura 8).

Figura 8 - Canteiros irrigados com águas de reuso no Sítio Bravo, Boa Vista-PB



Foto: Lázaro Avelino (2023)

O que aprendemos?

Aprendemos com esta cartilha, que a água é um bem essencial e um direito para todas as formas de vida na terra e que mesmo aquelas águas consideradas inutilizadas, como é o caso dos efluentes que são provenientes dos vasos sanitários, depois de tratadas adequadamente, podem ter serventia para as atividades humanas.

Aprendemos, também, que ações de extensão universitárias como esta são excelentes alternativas para o reuso de águas, podendo possibilitar a produção de alimentos e forrageiras para animais, além de contribuir para a conservação do solo e das águas e a preservação ambiental.



Fonte: adaptado de Gratispng.com

Referências

Texto:

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro: 1997.

APHA - American Public Health Association New York. **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater.** Ed. New York, 1999.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357.** Brasília- DF. 17 de março de 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Memorial descritivo: Montagem e operação da fossa séptica biodigestora.** 2017.

FRANCA, Carlos Laécio Evangelista et al. **Uso de água cinza tratada na irrigação de frutícola no semiárido: aspectos legais e qualidade do solo.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 17, n. 3, p. 167-177, 2022.

NOVAES, Antonio Pereira de et al. **Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica.** Comunicado Técnico. MAPA: São Carlos, SP, 2002.

Imagens:

Plano de fundo da capa:

Reclaimed water [reciclagem de água - símbolo] (hiclipart.com/licença gratuita) <https://www.hiclipart.com/free-transparent-background-png-clipart-bykbm/download>

Soap bubble Water Drop [bolhas d'água] (pngwing.com/licença gratuita - uso não comercial) <https://www.pngwing.com/en/free-png-bmttp>

Recycling symbol graphy [reciclagem - símbolo] (pngegg.com/licença gratuita - uso não comercial) <https://www.pngegg.com/en/png-cvwnr>

Plano de fundo p. 5: Water Drop (cleanpng.com/domínio público) <https://www.cleanpng.com/png-reclaimed-water-milk-clip-art-water-splash-684016/>

Plano de fundo p. 7: 3d rega pode e verde plantas PNG grátis [regador 3D] (Vecteezy.com/licença gratuita) <https://pt.vecteezy.com/png/28273910-3d-rega-pode-e-verde-plantas>

Plano de fundo p. 11: mundo água dia 3d planeta terra solta PNG Grátis [gota com planeta] (Vecteezy.com/licença gratuita) <https://pt.vecteezy.com/png/21186464-mundo-agua-dia-3d-planeta-terra-solta>

Plano de fundo p. 14: Test tubes [tubos de ensaio] (hiclipart.com/licença gratuita) <https://www.hiclipart.com/free-transparent-background-png-clipart-iifar>

Plano de fundo p. 17: Media type JPG [Tubos de ensaio] (pixabay.com/mídias isentas de royalties) <https://pixabay.com/illustrations/chemist-tube-woman-work-man-1816371/>

Ilustração p. 21: Menina com cartaz (Gratispng.com/licença gratuita - uso não comercial) <https://www.gratispng.com/png-iykfo6/>

*“Só percebemos o valor da água
depois que a fonte seca”
(Provérbio popular)*

Realização:

