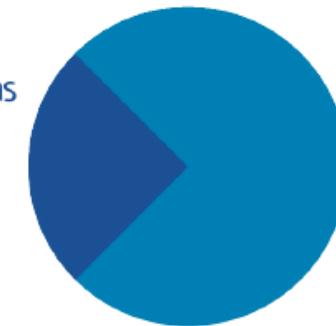


Manejo de águas cinzas

Isabel Figueiredo
belzinhafigueiredo@gmail.com

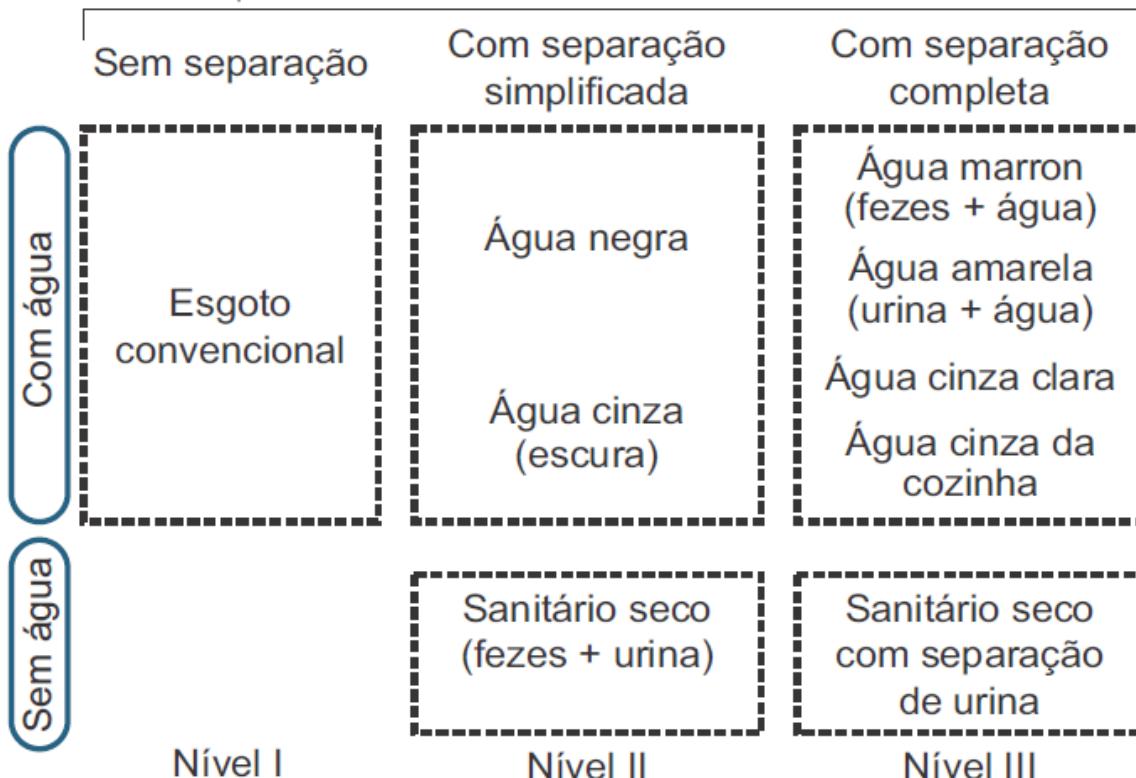
Águas cinzas

Composição do esgoto residencial



75% de águas cinzas, de chuveiros, tanques, pias, máquina de lavar roupas.

Fonte: Cartilha IPESA



Fonte: Catalosan

Segregação de águas cinzas

- Prática **muito comum** no Brasil e no mundo (rural)
- Mencionada em algumas publicações importantes como o “Manual de Saneamento” da Funasa e documentos do “Programa Nacional de Saneamento Rural”
- Mas esse tipo de segregação não é mencionada nas **normas** e é pouco levada em consideração na escolha dos sistemas.

- 92% das residências fazem a **segregação do esgoto** em duas frações: águas cinzas e águas de vaso sanitário (comunidade rural Campinas/SP).



Reúso direto (planejado ou não)







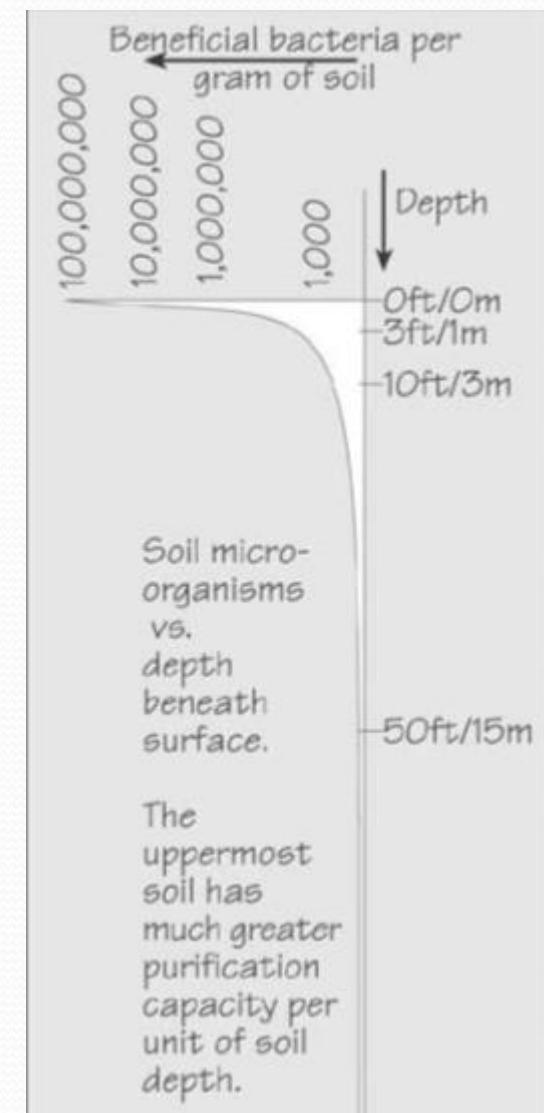
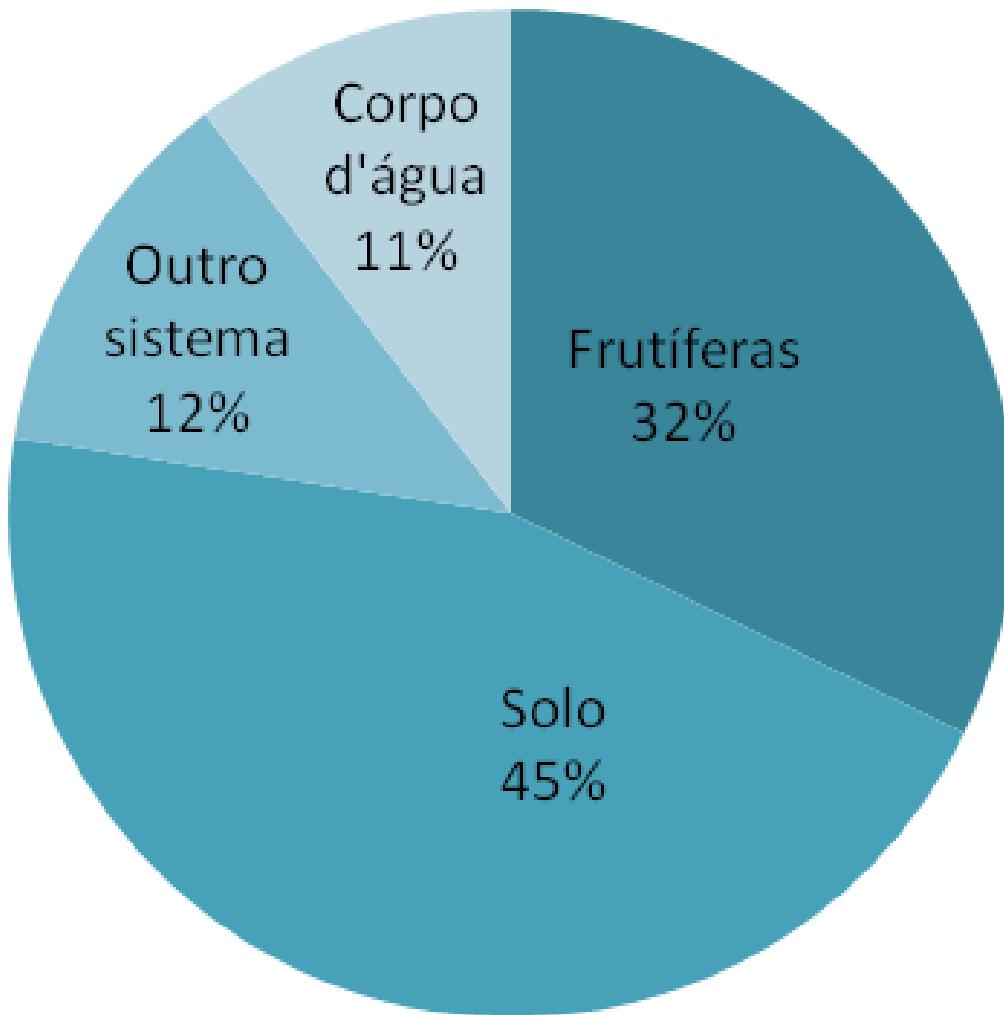




Publicações WHO falam
do reuso de águas
cinzas e parâmetros.

Ver legislação da
Califórnia/EUA

Águas cinzas (rural)



Fonte: *Oasis Design*

Águas cinzas (urbano)



© Shutterstock - Yorrasan Loonprom





artigos técnicos

Águas cinzas em domicílios rurais: separação na fonte, tratamento e caracterização

Gray water in rural households: source separation, treatment and characterization

► Data de entrada:
10/05/2019

► Data de aprovação:
20/08/2019



COZINHA

CHUVEIRO

ROUPA

DQO $2.331 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$

DQO $611 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$

DQO $748 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$



MO e sólidos
E. coli (10^6)



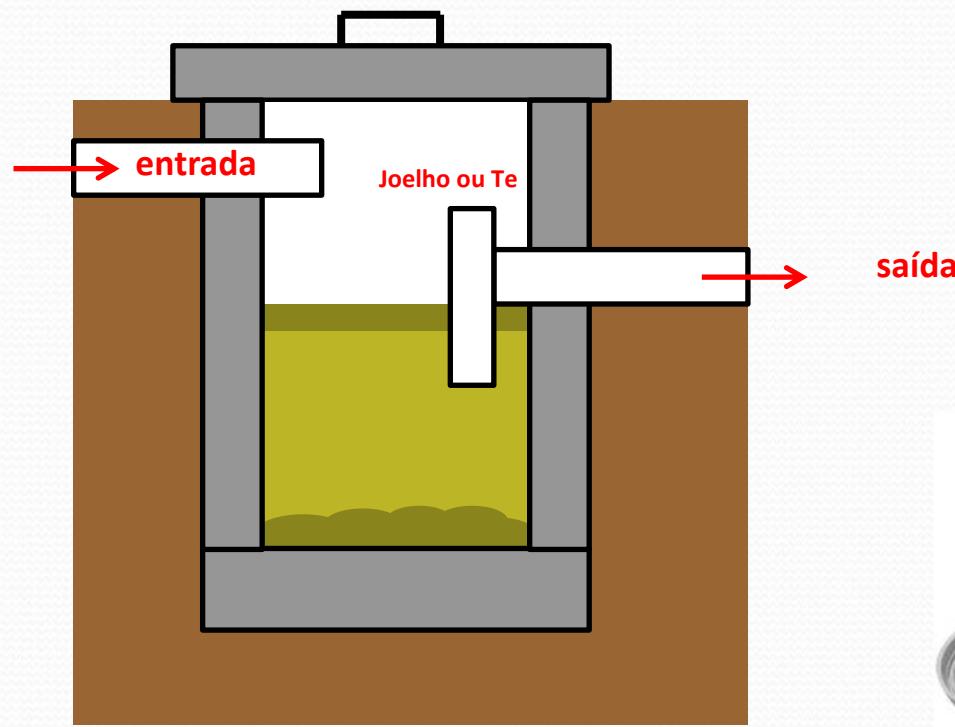
N e P
E. coli (10^6)



Básica, CE,
Menos *E. coli* (10^2)









TESTE DE INFILTRAÇÃO

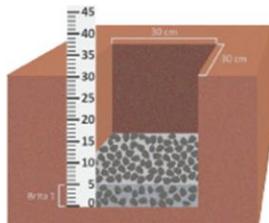
O teste de infiltração é uma técnica simples que deve ser utilizada todas as vezes em que se desejar instalar um sistema de tratamento que tenha em seu funcionamento uma fase de infiltração da água no solo, sejam águas cinzas, pretas ou mistas.

Existem 3 componentes no solo que influenciam muito na infiltração: argila, sítio e areia, sendo a argila o componente em grão que apresenta a menor dimensão e possui a menor capacidade

de infiltração, enquanto que a areia apresenta o maior grão e a maior capacidade de infiltração. O sítio apresenta características intermediárias entre argila e areia. Assim, uma vez que o tipo de solo varia de região em região, é fundamental que o teste de infiltração seja aplicado exatamente no local (e na altura) onde se deseja infiltrar a água. Como resultado do teste é possível dimensionar a área necessária para infiltração da quantidade de água desejada.

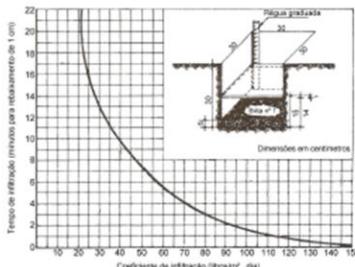
Teste segundo a norma NBR 13969

1. Escavar um buraco com pá de corte com seções 30x30x30cm;
2. Raspar o fundo e os lados da cova, de modo que fiquem ásperos;
3. Retirar da cova todo material solto e cobrir o seu fundo com uma camada de 5 cm de brita nº 1;



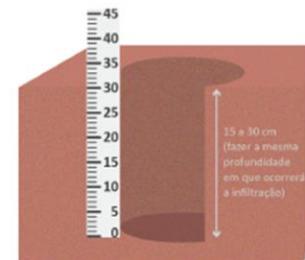
18

4. No primeiro dia manter a cova cheia de água durante 4 h;
5. No dia seguinte, encher a cova com água e aguardar que se infiltre totalmente;
6. Encher novamente as covas com água até a



altura de 15 cm e cronometrar o período de rebalanceamento de 15 cm até 14 cm, correspondente às alturas da água em cada cova. **Quando este intervalo de tempo para rebalanceamento de 1 cm se der em menos de 3 min, refazer o ensaio cinco vezes, adotando o tempo da quinta medição.**

Com os tempos determinados no processo de infiltração das covas, é possível obter os coeficientes de infiltração do solo ($L/m^2 \times dia$) na curva apresentada na página anterior. (Adota-se o menor dos coeficientes determinados no ensaio).



6. Em seguida divida o tempo em minutos pelos 3cm;

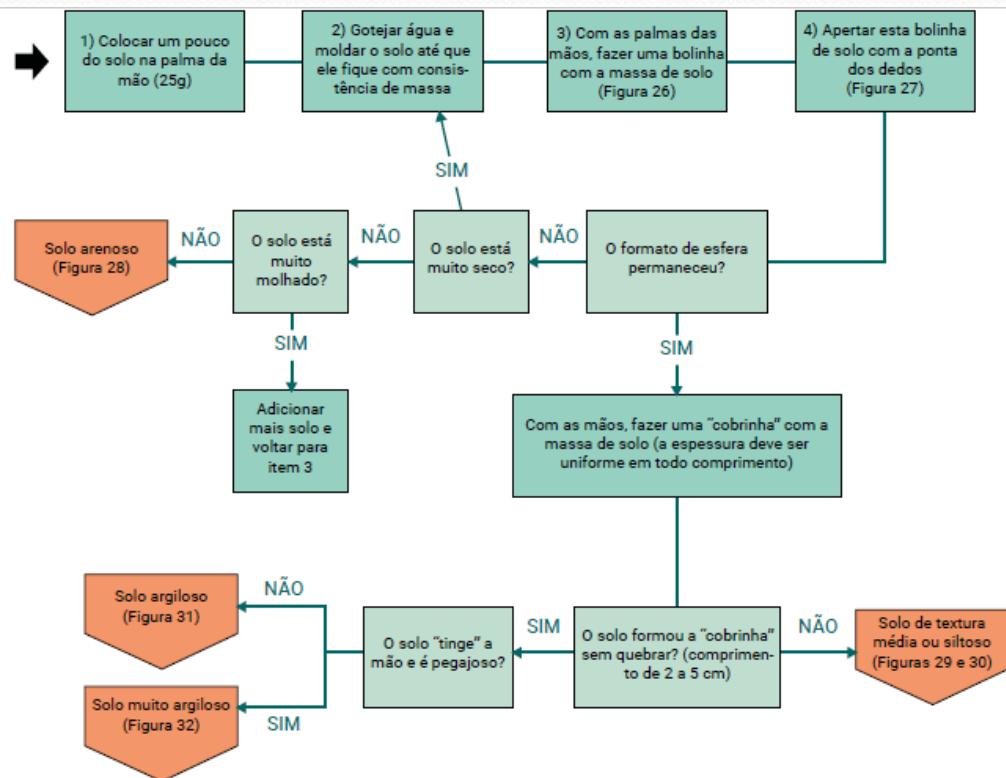
7. O resultado será em Minutos por Centímetros (min/cm).

Agora basta comparar o resultado com os valores da tabela abaixo, multiplicando o valor da área necessária ($m^2/L/dia$) pelo volume a ser infiltrado.

Taxa de Infiltração min/cm	Taxa de Aplicação L/m ² /dia	Área necessária	
		m ² /L/dia	m ² /m ³ /dia
0-12	102	0,01	10
12:00 – 15:45	80	0,013	12,5
15:45 – 17:45	61	0,016	16
17:45 – 23:40	41	0,025	25
23:40 – 47:25	20	0,049	49

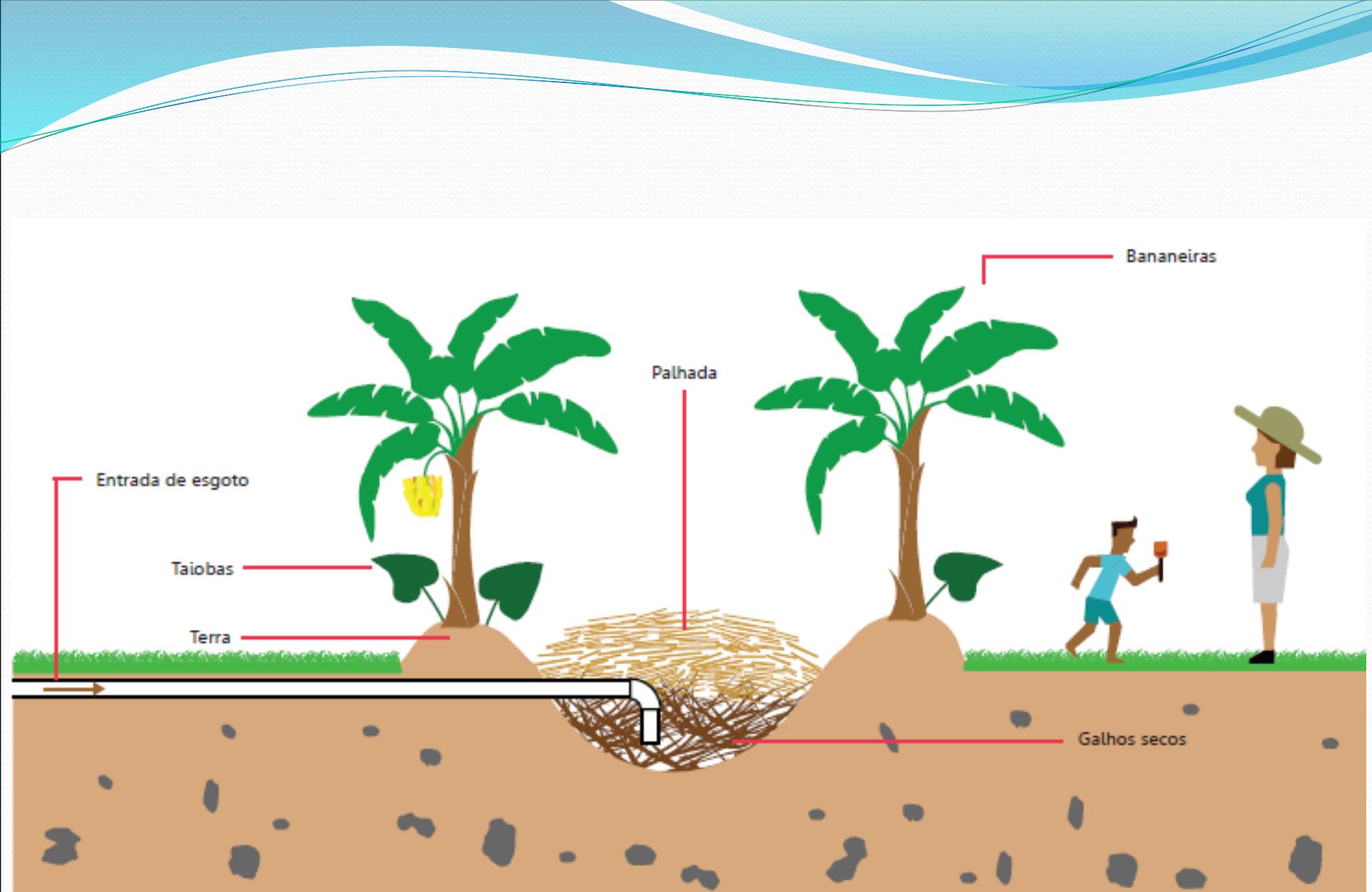
19

Fonte: Cartilha IPESA



Fonte: Livro UNICAMP/ABES

Círculo de Bananeiras



Fonte: Livro UNICAMP/ABES











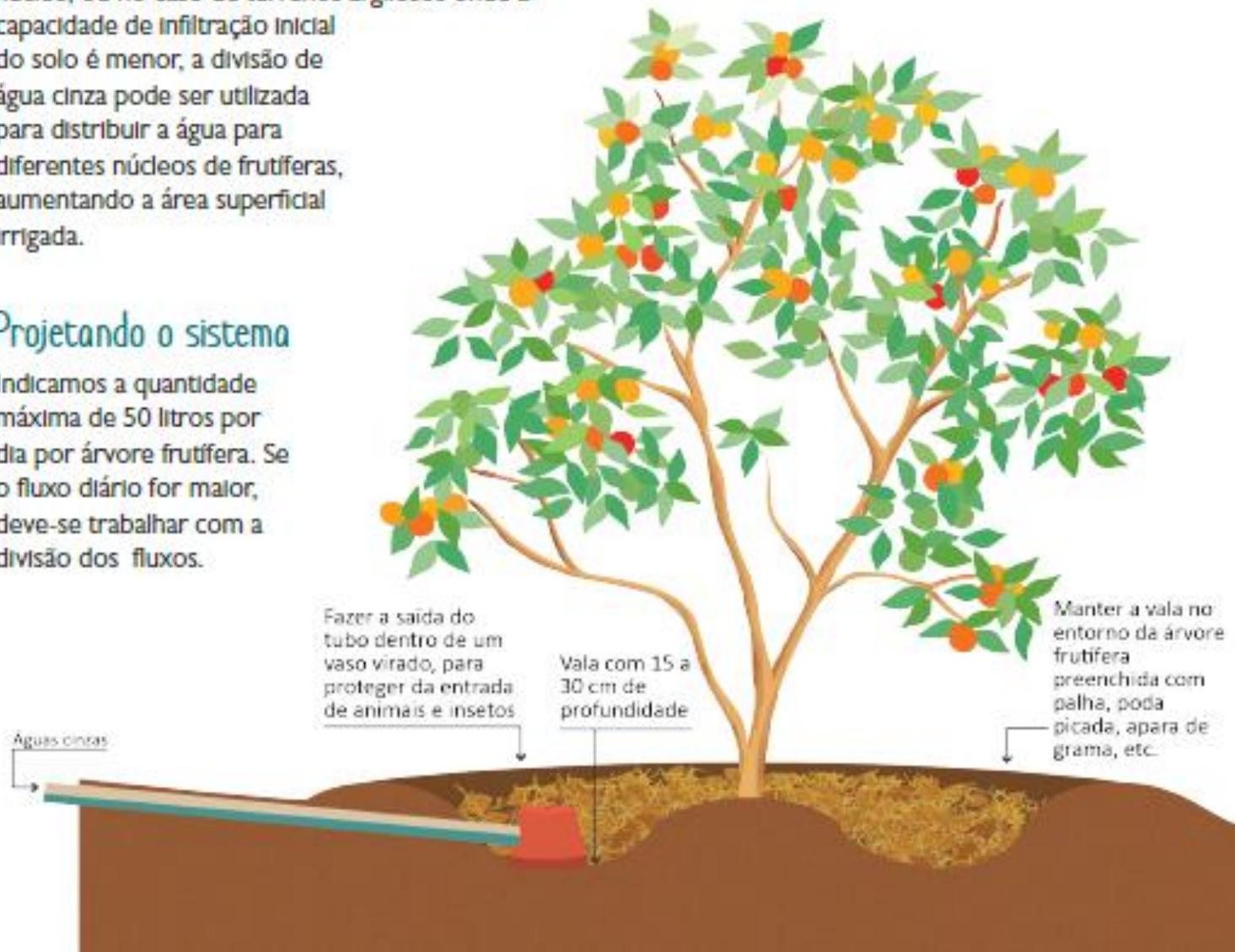


Irrigação Frutíferas

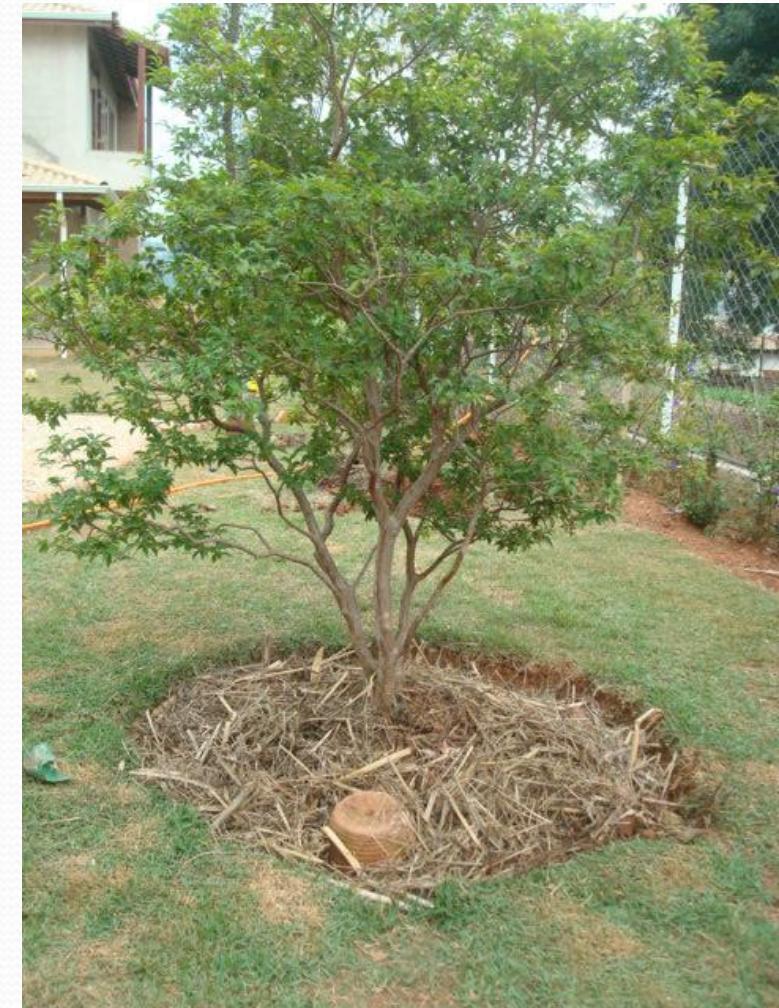
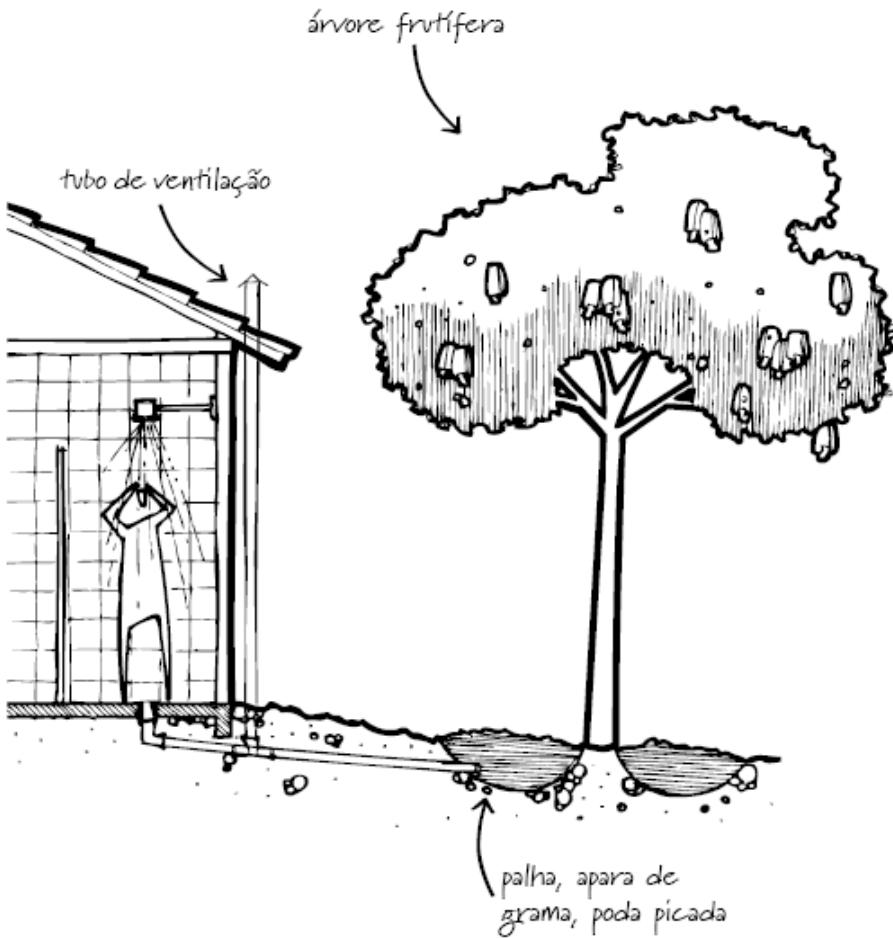
No entanto, se no caso de terrenos argilosos onde a capacidade de **Infiltração Inicial** do solo é menor, a divisão de água cinza pode ser utilizada para distribuir a água para diferentes núcleos de frutíferas, aumentando a área superficial irrigada.

Projetando o sistema

- Indicamos a quantidade máxima de 50 litros por dia por árvore frutífera. Se o fluxo diário for maior, deve-se trabalhar com a divisão dos fluxos.

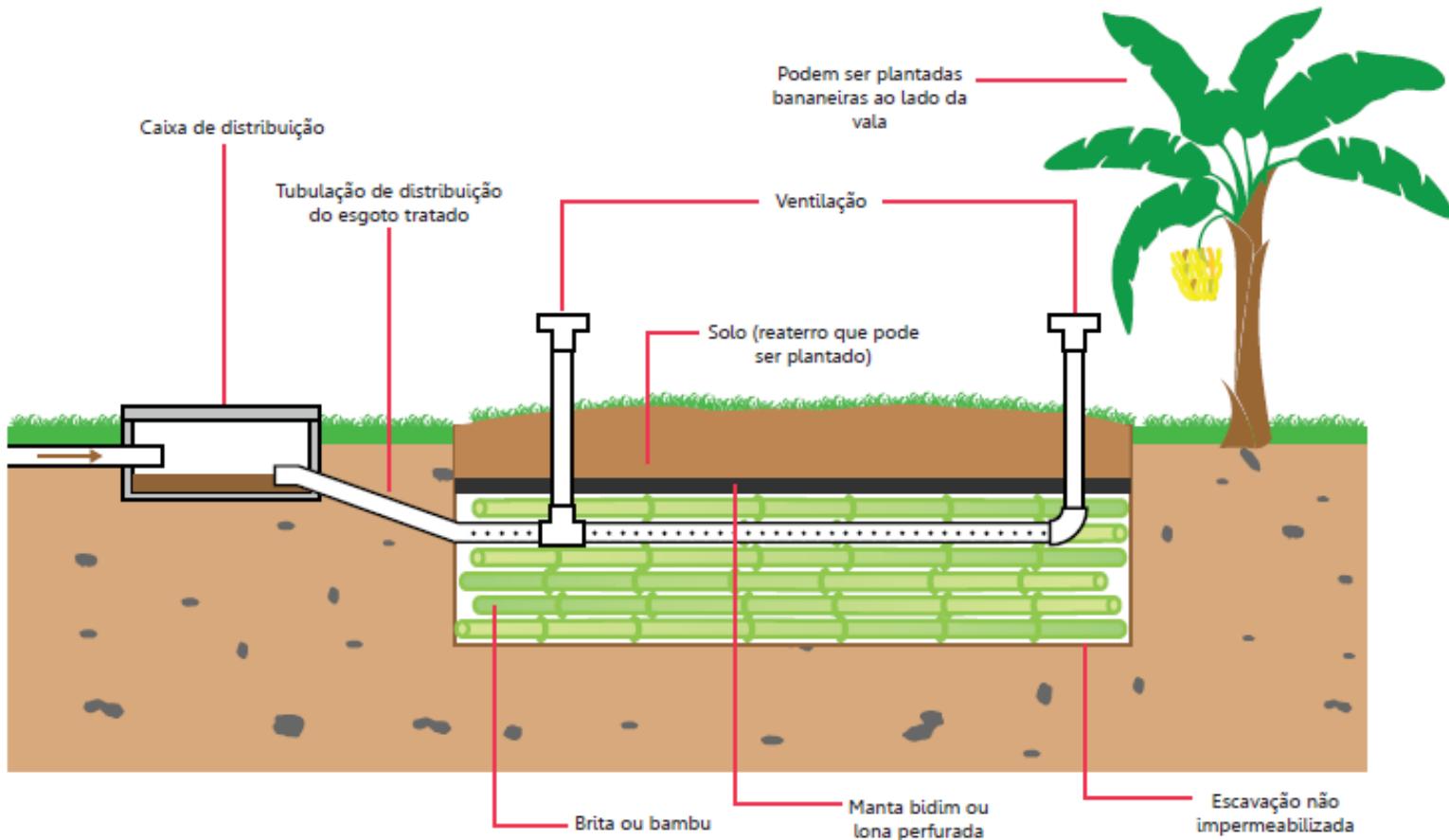


Fonte: Cartilha IPESA



Vala de Infiltração Plantada

D01 Vala de infiltração



Fonte: Livro UNICAMP/ABES



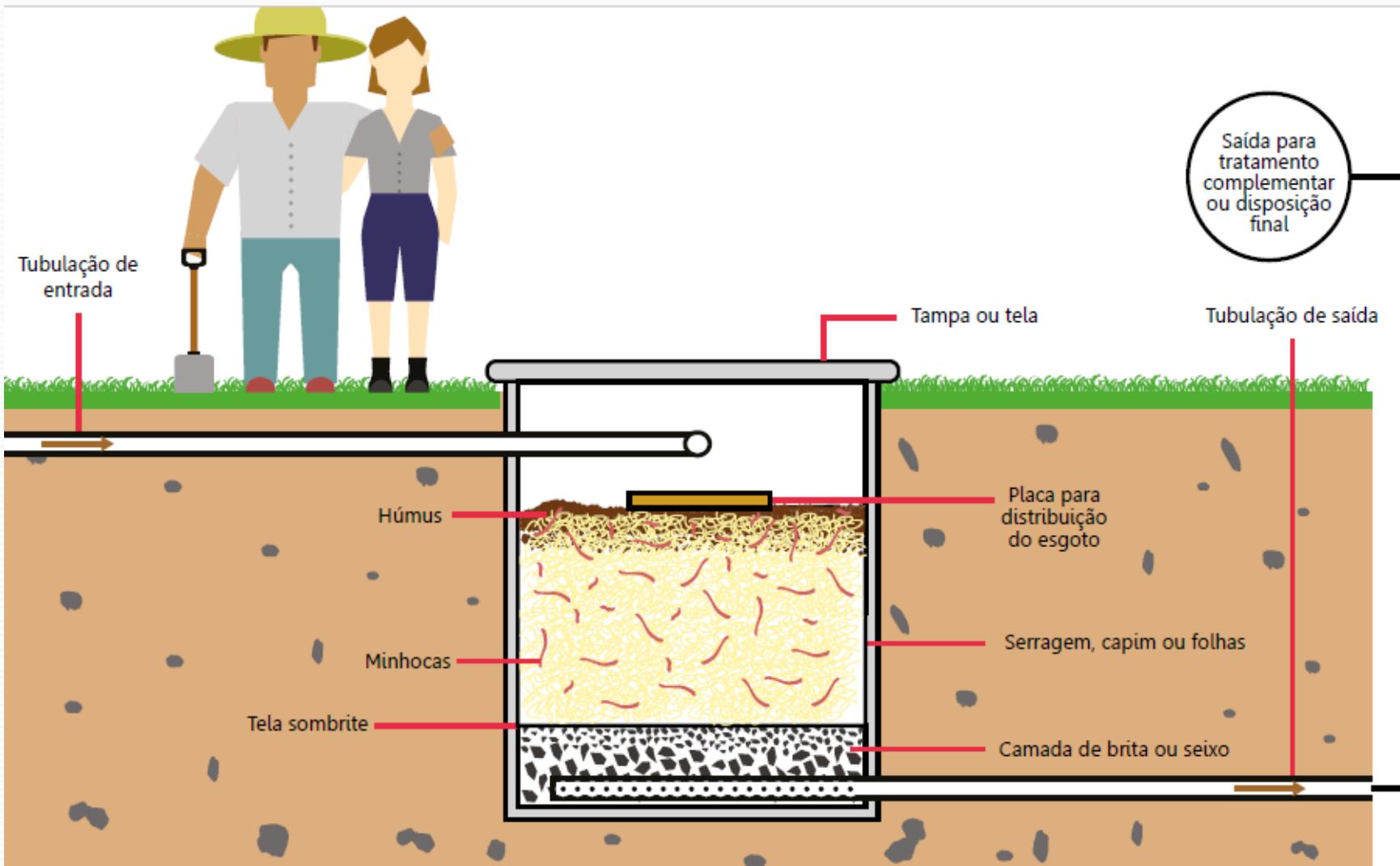








Vermifiltro



Fonte: Livro UNICAMP/ABES





Fonte: Projeto Bioágua
Familiar



Wetlands ou Zona de Raízes

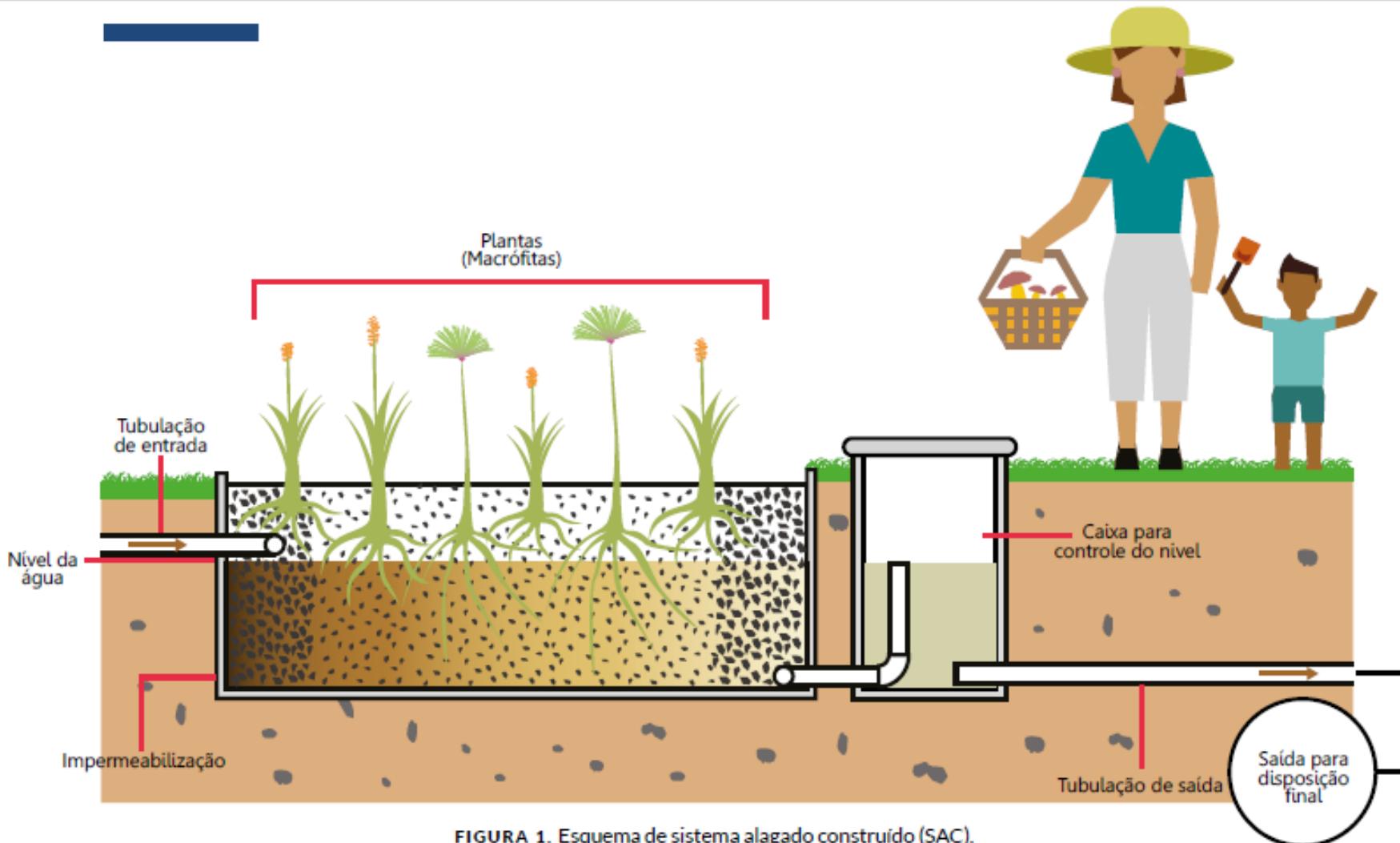


FIGURA 1. Esquema de sistema alagado construído (SAC).

Fonte: Livro UNICAMP/ABES

















Material de Estudo



Wetlands Brasil

GRUPO DE ESTUDOS EM SISTEMAS WETLANDS CONSTRUÍDOS APLICADOS AO
TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

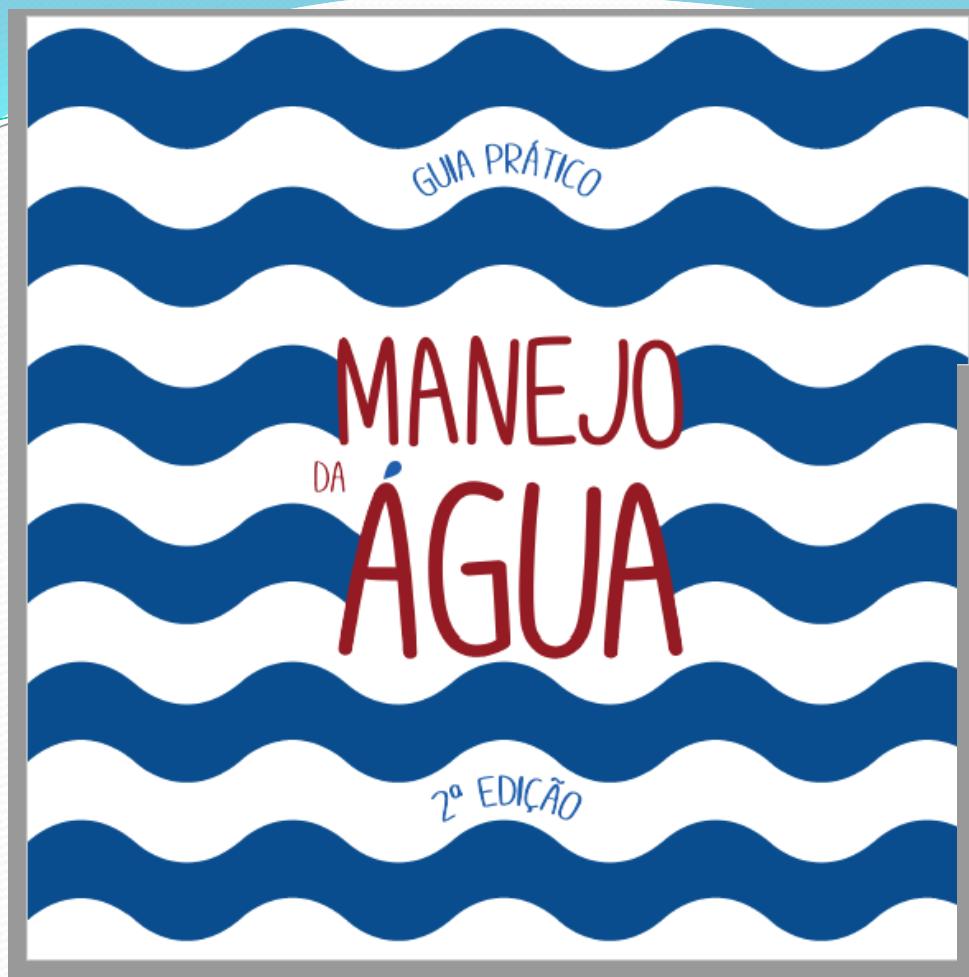
Edição Especial

DIMENSIONAMENTO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS NO BRASIL.
DOCUMENTO DE CONSENSO ENTRE PESQUISADORES E
PRATICANTES.

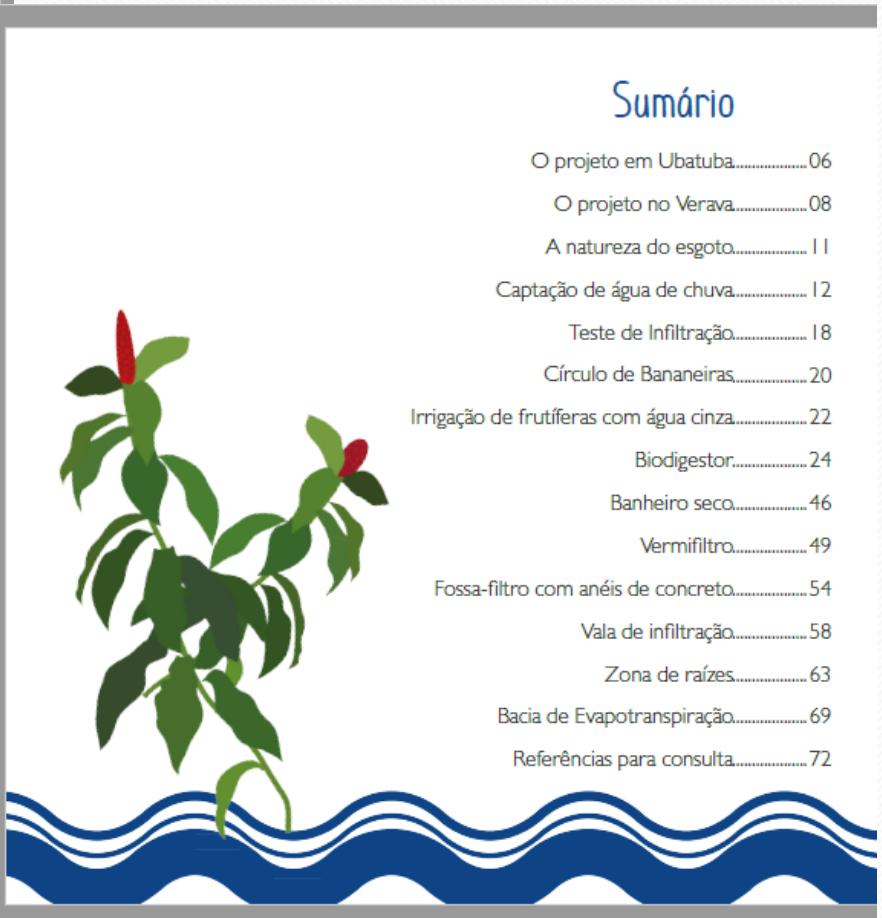
Elaboração:

Marcos von Sperling (UFMG) e Pablo H. Sezerino (UFSC)

DEZEMBRO/2018



<https://ipesa.org.br/>



Sumário

O projeto em Ubatuba.....	06
O projeto no Verava.....	08
A natureza do esgoto.....	11
Captação de água de chuva.....	12
Teste de Infiltração.....	18
Círculo de Bananeiras.....	20
Irrigação de frutíferas com água cinza.....	22
Biodigestor.....	24
Banheiro seco.....	46
Vermifiltro.....	49
Fossa-filtro com anéis de concreto.....	54
Vala de infiltração.....	58
Zona de raízes.....	63
Bacia de Evapotranspiração.....	69
Referências para consulta.....	72

The screenshot shows a web browser window with three tabs open. The active tab is titled 'Saneamento Rural'. The address bar indicates the URL is www.fec.unicamp.br/~saneamentorural/. The page content features a large orange banner with the text 'SANEAMENTO RURAL' overlaid on a background image of tropical foliage. Below the banner, a text box contains information about the project, mentioning its development by the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Urbanism (FEC) at UNICAMP, its focus on rural sanitation, and its coordination by Professor Adriano Luiz Tonetti. The UNICAMP logo is visible in the bottom left corner of the banner area. The browser interface includes standard navigation buttons, a search bar, and a taskbar at the bottom with various icons.

M Entrada (2.454) - belzinhafigueire ✘ 20 (20) WhatsApp ✘ Saneamento Rural ✘ +

← → C H i Não seguro | www.fec.unicamp.br/~saneamentorural/

Home O Projeto Tecnologias Publicações Notícias Galeria de Vídeos Eventos, cursos e disciplinas Consultoria Links Equipe

Contato

SANEAMENTO RURAL

O projeto Saneamento Rural é desenvolvido pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da Universidade Estadual de Campinas. Visa promover ações de pesquisa e extensão universitária na área de saneamento rural, especialmente no âmbito do esgotamento sanitário. Atualmente as ações são desenvolvidas junto à comunidade rural de Pedra Branca, em Campinas, SP.

A coordenação é do professor Adriano Luiz Tonetti e conta com a participação de diversos docentes e discentes da FEC e de outras instituições.

<http://www.fec.unicamp.br/~saneamentorural/>



TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS EM COMUNIDADES ISOLADAS

referencial para a escolha de soluções



Adriano Luiz Tonetti

Ana Lúcia Brasil

Francisco José Peña y Lillo Madrid

Isabel Campos Salles Figueiredo

Jerusa Schneider

Luana Mattos de Oliveira Cruz

Natália Cangussu Duarte

Patrícia Moreno Fernandes

Raúl Lima Coasaca

Rodrigo Sanches Garcia

Taína Martins Magalhães

T05 CÍRCULO DE BANANEIRAS

Unidade de tratamento para águas cinzas ou tratamento complementar do esgoto doméstico ou águas de vaso sanitário. Consiste em uma vala circular preenchida com galhos e palha, onde desemboca a tubulação. Ao redor são plantadas bananeiras e/ou outras plantas que apreciam o solo úmido e rico em nutrientes.

Aspectos construtivos e funcionamento do sistema

- A construção do círculo de bananeira se inicia com a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. O buraco não deve ser impermeabilizado nem compactado.

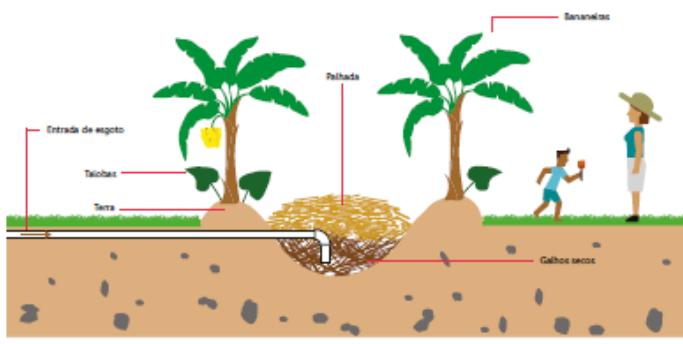


FIGURA 1. Esquema de círculo de bananeiras.

76

- O buraco deve ter um formato de um prato fundo, com profundidade de aproximadamente 0,5 a 1,0 m e um diâmetro interno de 1,4 a 2,0 m.
- O buraco deve ter seu fundo preenchido com pequenos galhos e palha na parte superior (capim seco, folhas secas de bananeira) criando um ambiente arcaico e capaz de receber a água cinza que precisa ser tratada (FIGURA 2).
- Para a entrada da água cinza no buraco, pode-se fixar um joelho na ponta da tubulação, conduzindo o líquido a entrar no meio da camada de palha seca, evitando que a água cinza fique exposta.
- A água e os nutrientes do esgoto serão consumidos pelas bananeiras, enquanto que os restos orgânicos (restos de alimentos, salsão etc.) serão degradados pelos micro-organismos presentes no solo da vala.
- Alguns autores recomendam a instalação de uma caixa de gordura para o pré-tratamento do esgoto da cozinha. Apesar de a caixa de gordura reter restos de comida e grande parte da gordura, as águas cinzas saem dela com cheiro desagradável e por isso é preciso avaliar a sua instalação em locais próximos à casa.



FIGURA 2. Círculo de bananeiras em Campinas. SAJ logo após a implantação (A) e (B) depois de um ano (Foto: brasil. Figueiredo).



FIGURA 3. Baía de Mulch em Lurdina, GO (Foto: Nando Figueiredo).

Considerações e recomendações

- Durante a escavação do buraco do círculo de bananeira, a terra retirada pode ser aproveitada para a construção de sua borda, criando um "morrinho" em torno do buraco (FIGURA 2). Se o terreno for inclinado, ao invés de um círculo, recomenda-se a escavação de meio círculo ("meia lua").
- No monte em volta do buraco devem ser plantadas bananeiras com espaços de aproximadamente 60 cm entre elas. Nesse espaço, podem ser plantadas outras espécies menores que gostam de umidade, como mamoeiros, lirio do brejo e taiba.
- O buraco do círculo de bananeira não deve ser maior do que o padrão apresentado. Essas dimensões garantem um volume interno de aproximadamente 1.000 L, suficiente para atender uma casa com 3 a 5 moradores. Contudo, o consumo de água em cada casa pode variar dependendo dos hábitos dos moradores. Além disso, o tipo de solo e as condições climáticas são distintos para cada local. Portanto, se for observado que o volume de água cinza produzida ultrapassa a capacidade de recobrimento do círculo de bananeiras, deve-se construir um segundo círculo em seguida ou dividir o fluxo em dois ou três sistemas paralelos.
- O círculo de bananeiras é uma alternativa de tratamento e também de disposição final (ver FIGURA 001). Recomenda-se, portanto, que o local seja afastado do lençol freático e de nascentes. Deve-se também evitar seu uso em locais com solo arenoso. Para esse último caso, pode-se adicionar uma camada de argila nas paredes e no fundo do buraco, dificultando a infiltração da água.
- Existe uma alternativa semelhante ao círculo de bananeira, chamada de Baía de Mulch (FIGURA 3). Esse sistema de tratamento e infiltração de água cinza também consiste em um buraco circular na forma de prato fundo. Contudo, o monte de terra é posicionado no meio do círculo, onde são plantadas árvores frutíferas, e o restante da vala, circundando o centro, deve ser preenchido com galhos e palha seca.

77

Tipo de esgoto tratado: Águas cinzas ou esgoto pré-tratado

Necessidade de manutenção: Básica

Necessita de unidade de pré-tratamento? Não

para águas cinzas. Sim para esgoto doméstico.

Área necessária para uso: 100 m²

Remoção de matéria orgânica: Não se aplica

Frequência de manutenção: Média

Outras questões relevantes:

Dimensionamento e detalhes de projeto

Figueiredo, Torcato e Silveira, 2018

FUNASA, 2018

FUNASA, 2015

Vieira, 2006

Casos bem-sucedidos:

Figueiredo, no prado

Martineti, Trajano e Shimizu, 2009

Roxa, 2014

Outras referências:

Video Projeto Sanitarismo Rural Unicamp:

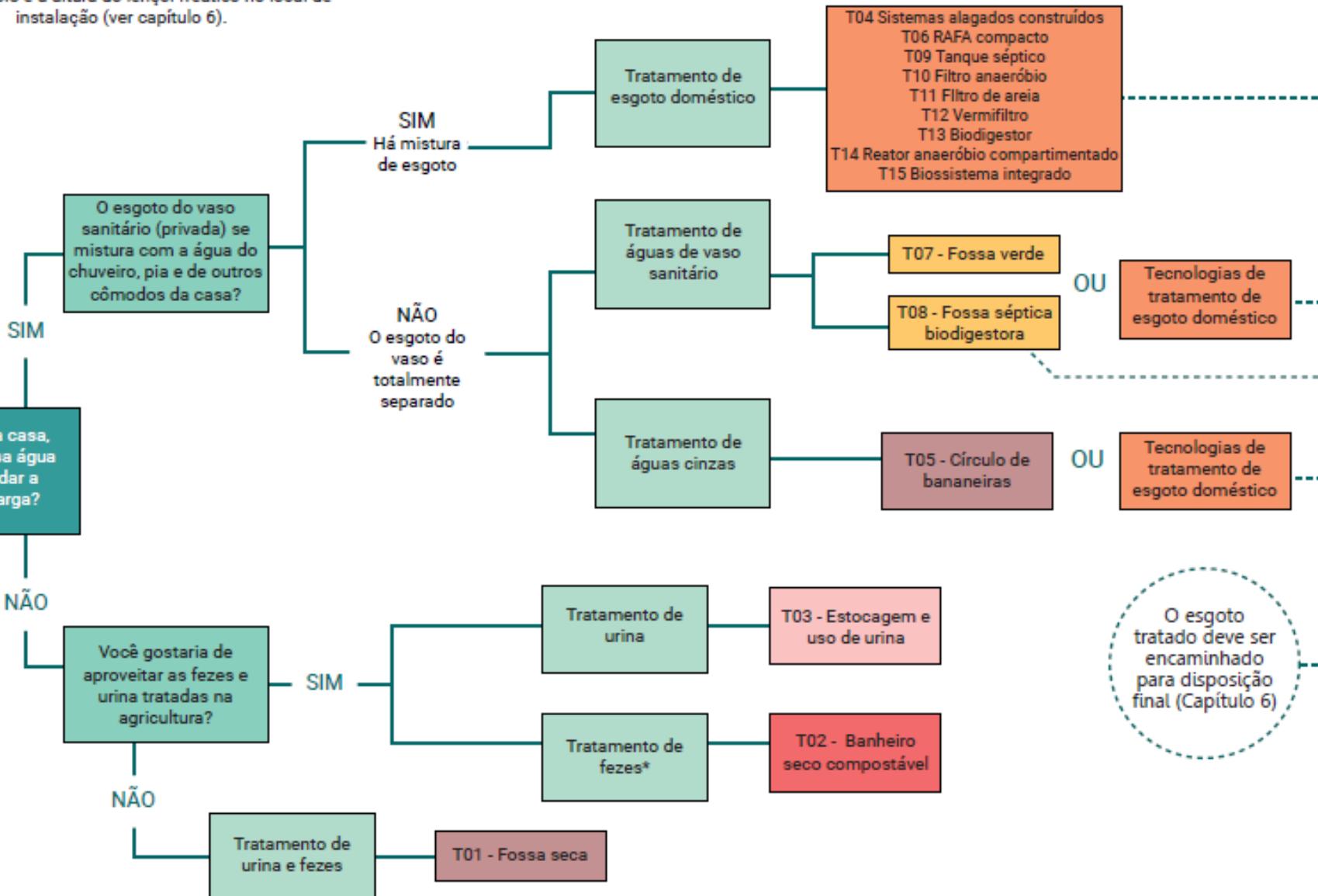
<https://www.doc.unicamp.br/~sanitarismo/index.php/gal%C3%A1tia/videos/>

Ludwig, 2012

Mottacci, 1998

ATENÇÃO!

Antes de escolher o sistema de tratamento de esgoto, avaliar o tipo de solo e a altura do lençol freático no local de instalação (ver capítulo 6).



Tecnologia	Tipo de esgoto tratado	Necessário unidade de pré-tratamento	Tipo de sistema	Área necessária*	Remoção de matéria orgânica	Frequência de manutenção	Remoção de Lodo	Custo**
T01 Fossa seca	Fezes e urina (sem água)	Não	Unifamiliar	2 a 4 m ²	Não se aplica		Não	
T02 Banheiro seco compostável	Apenas fezes e um pouco de urina (sem água)	Não	Unifamiliar ou semicoletivo	3 a 5 m ²	Não se aplica		Não, mas há produção de composto	
T03 Estocagem e uso da urina	Apenas urina (com ou sem água)	Não	Unifamiliar ou semicoletivo	1 a 3 m ²	Não se aplica		Não	
T04 Sistemas alagados construídos (SAC)	Águas cinzas Esgoto pré-tratado	Sim	Unifamiliar ou semicoletivo	7,5 a 15 m ²			Não	
T05 Círculo de bananeiras	Águas cinzas Esgoto pré-tratado	Não para águas cinzas. Sim para esgoto misto	Unifamiliar	3 a 5 m ²	Não se aplica		Não	
T06 Reator anaeróbio de fluxo ascendente unifamiliar	Águas de vaso sanitário Esgoto doméstico	Não	Unifamiliar ou semicoletivo	1,5 a 4 m ²			Sim	

TRATAMENTO DE ESGOTO NA ZONA RURAL: FOSSA VERDE E CÍRCULO DE BANANEIRAS

Isabel Campos Salles Figueiredo
Bárbara S. C dos Santos | Adriano Luiz Tonetti



BIBLIOTECA UNICAMP



25.
Abertura de um círculo escavado no solo,
com cerca de 2,0m de diâmetro



26.
Cobertura do círculo
com palha e galhos



27.
Plantio de Bananeiras
ao redor do círculo

Fundação Nacional de Saúde

CataloSan
Catálogo de Soluções Sustentáveis de Saneamento
Gestão de Efluentes Domésticos

Paula Loureiro Paulo
Adriana Farina Galbiati
Fernando Jorge Correa Magalhães Filho



http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/estudos-e-pesquisas1/-/asset_publisher/qGiy9skHw4ar/content/catalosan-catalogo-de-solucoes-sustentaveis-de-saneamento

70 WhatsApp | Caixa de entrada (237) - belzinha | Oasis Design: Grey Water Books... +

Não seguro | oasisdesign.net

Gmail www.google.com.br Bradesco 150Mbps Wireless... www.google.com

Lista de leitura

Oasis design
Original designs
for living better,
cheaper, &
ecologically

Catalog Water Central Grey Water Central Ecological Systems Design About Us View Cart Search

Oasis Design specializes in deep green integrated designs for water supply, greywater reuse, edible landscaping, passive solar, fire-safe architecture, etc.

—Free Newsletter—

These designs can be used a-la-carte, or fully integrated and optimized for your context, enabling you to live well with as little as 90% less resource use than the average American.

You'll find info here on 35 years of original innovations, some of which have spread worldwide, adopted in building codes, etc.. Much of our content is extensively re-posted on the Web; this is the source: More than 500 pages of original online content plus books which are top in their categories.

Our goal is to help people live healthy, enjoyable, and meaningful lives, by helping to get the nuts and bolts of simple, sustainable systems to really work.

Windows File Explorer Microsoft Edge Microsoft Word Microsoft Excel Microsoft PowerPoint Microsoft OneDrive Microsoft Teams 14:55 26/08/2021

<http://oasisdesign.net/>

Isabel Figueiredo

belzinhafigueiredo@gmail.com



<http://fluxus.eco.br/>



[https://www.instagram.com/papyrus_paisagismo//](https://www.instagram.com/papyrus_paisagismo/)



GRUPO DE PESQUISA EM
TRATAMENTO DE EFLuentes E
RECUPERAÇÃO DE RECURSOS

<http://www.fec.unicamp.br/~saneamentorural/>