



# **Manejo de águas cinzas**

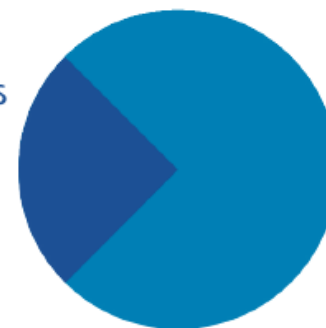
**Isabel Figueiredo**

**belzinhafigueiredo@gmail.com**

# Águas cinzas

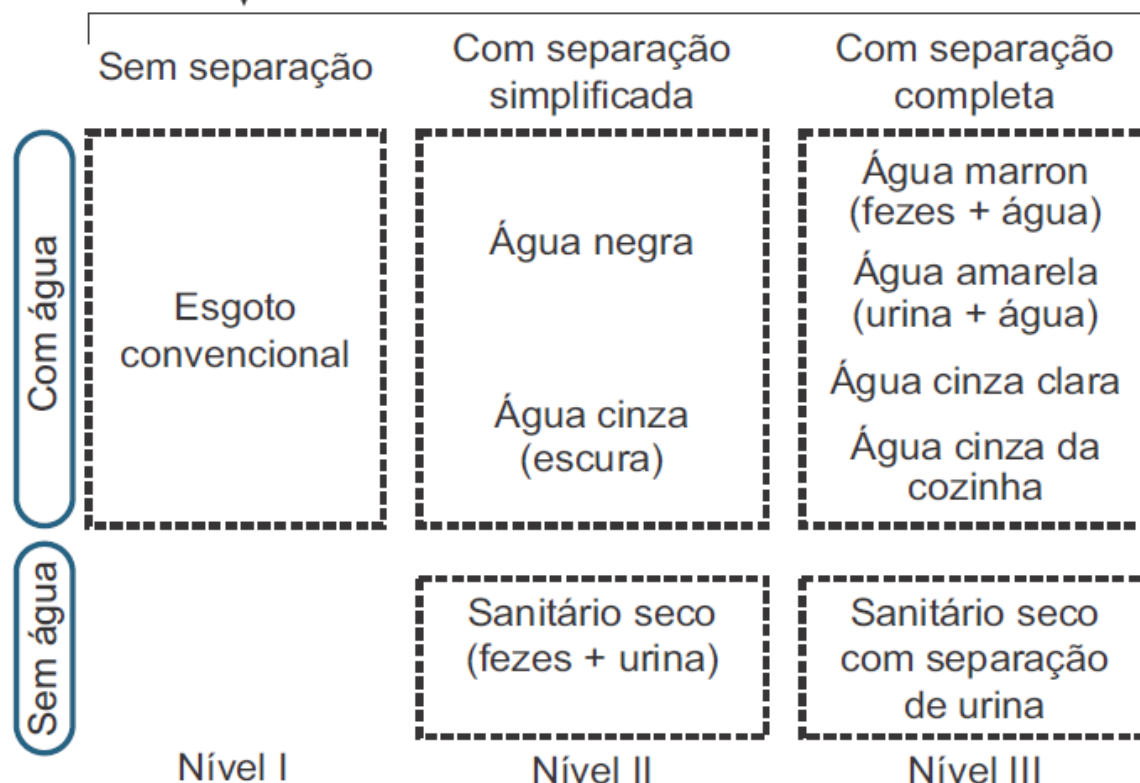
## Composição do esgoto residencial

25% de águas  
pretas, dos  
vasos  
sanitários



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)



















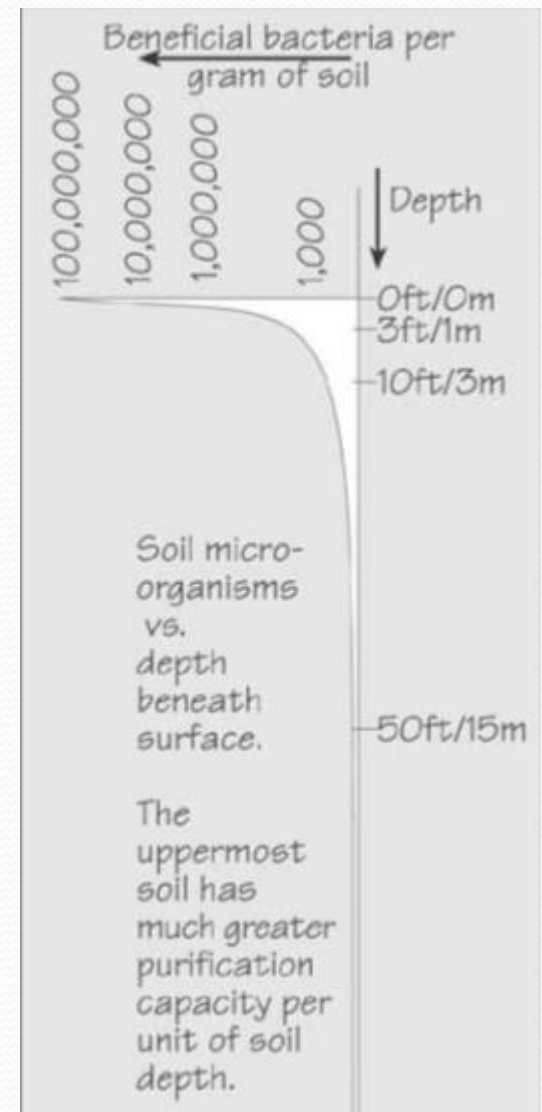
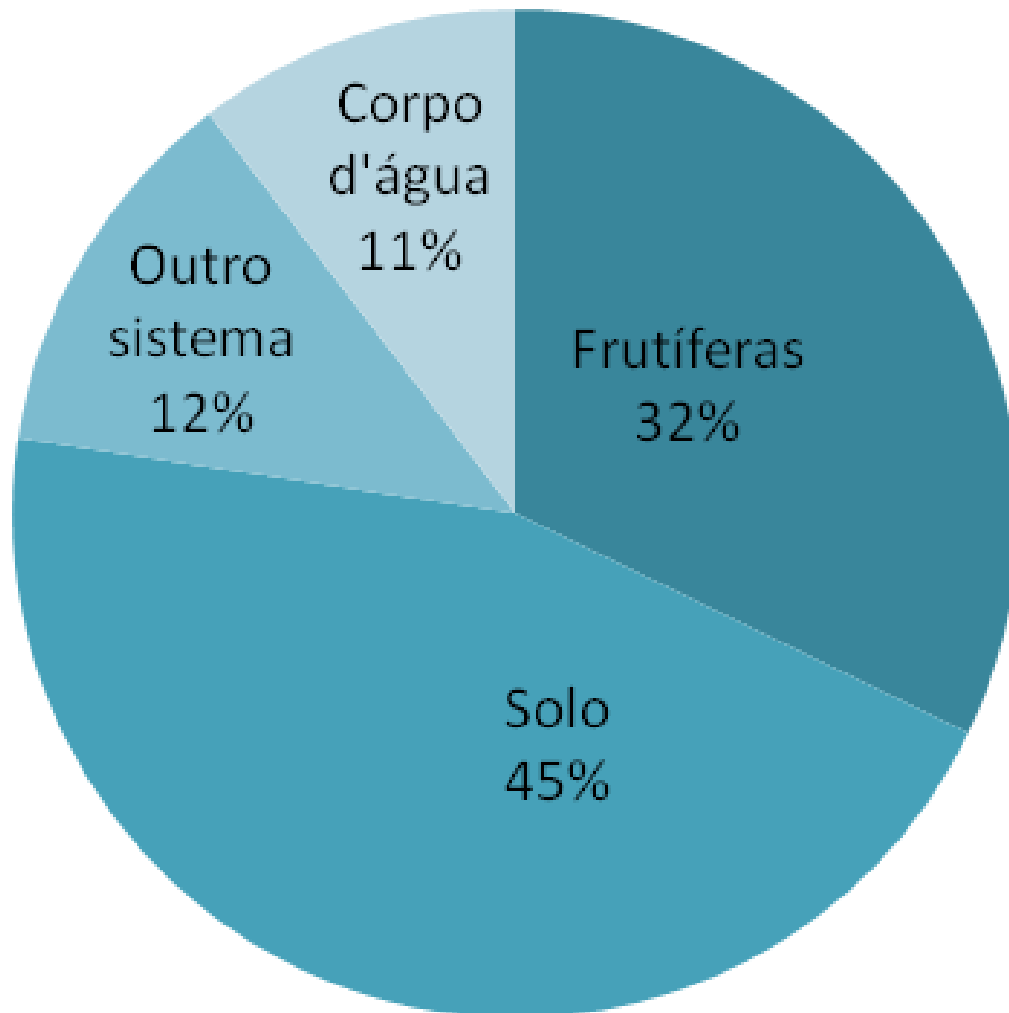


Publicações WHO falam  
do reuso de águas  
cinzas e parâmetros.

Ver legislação da  
Califórnia/EUA



## Águas cinzas (rural)



Fonte: Oasis Design



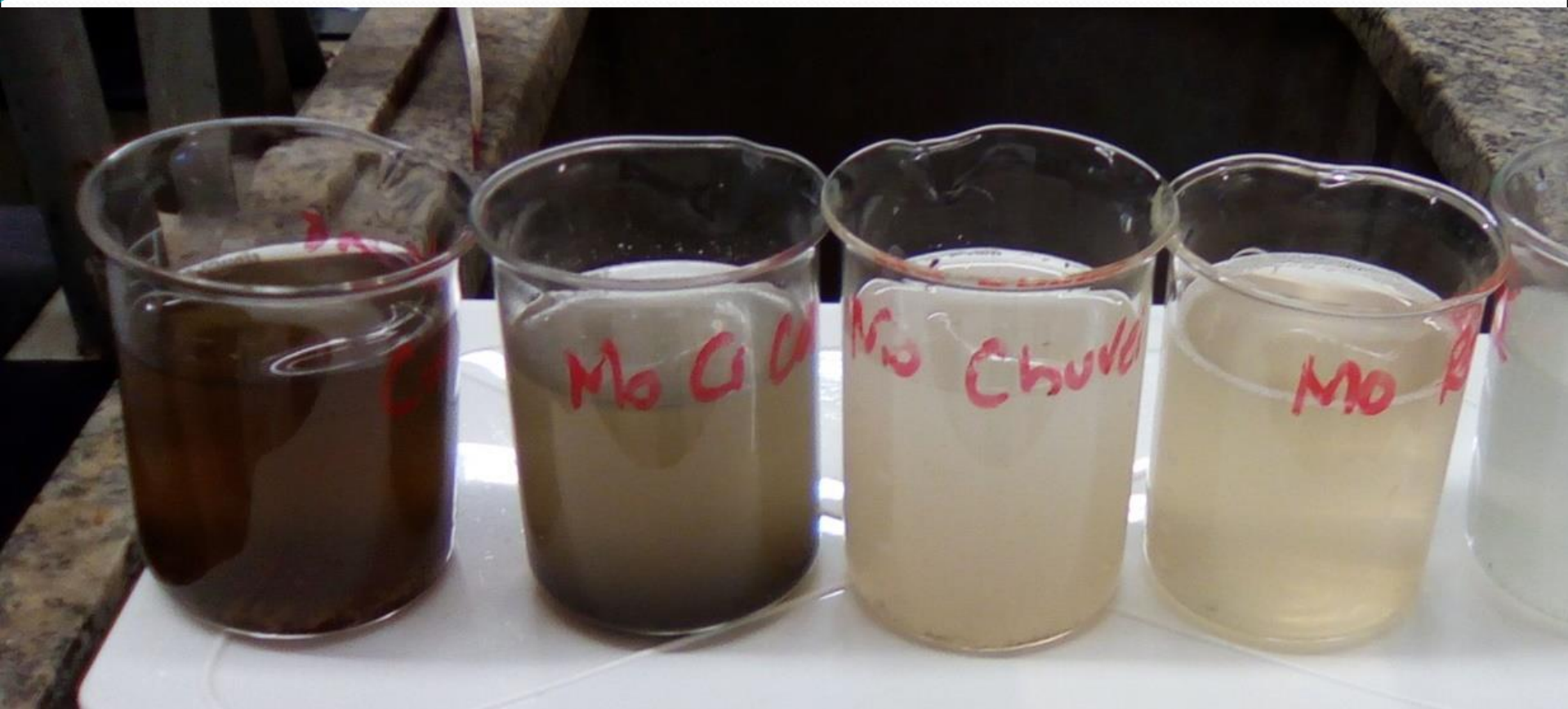
# Águas cinzas (urbano)











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

Isabel Campos Salles Figueiredo | Natália Cangussu Duarte | Raül Lima Coasaca |  
Taina Martins Magalhães | Ariane Corrêa Barbosa | Daniella Gonçalves Portela |  
Francisco José Peña y Lillo Madrid | Luana Mattos de Oliveira Cruz | Adriano Luiz Tonetti<sup>®</sup>

DOI: <https://doi.org/10.4322/dae.2019.061>





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* ( $10^2$ )

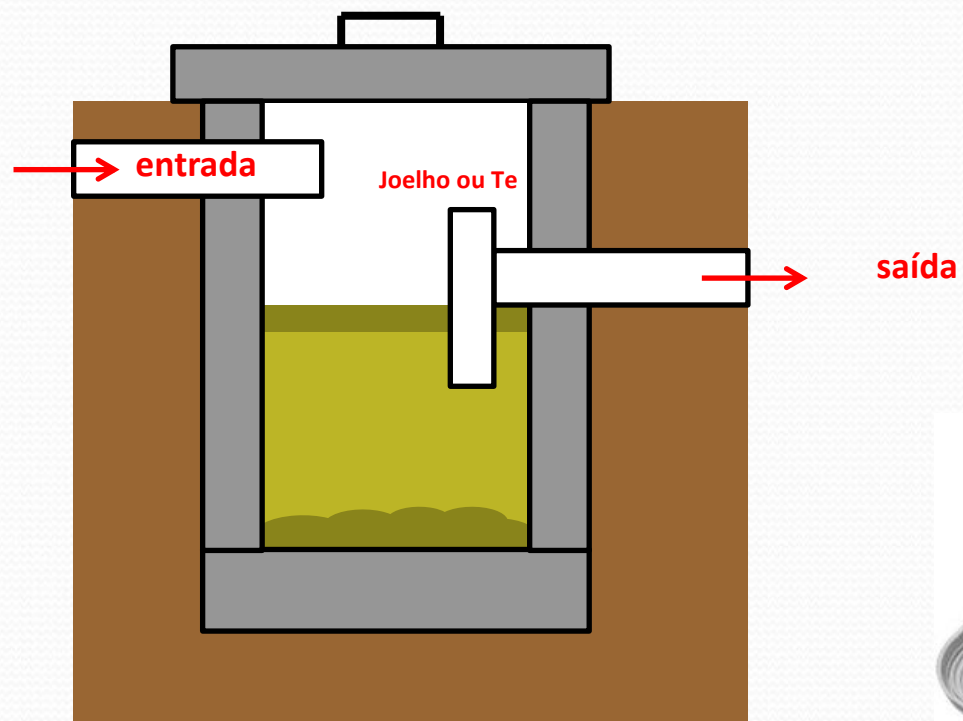


















## TESTE DE INFILTRAÇÃO

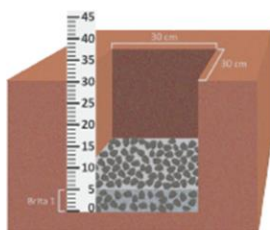
O teste de infiltração é uma técnica simples que deve ser utilizada todas as vezes em que se deseja instalar um sistema de tratamento que tenha em seu funcionamento uma fase de infiltração da água no solo, sejam águas cinzas, pretas ou mistas.

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

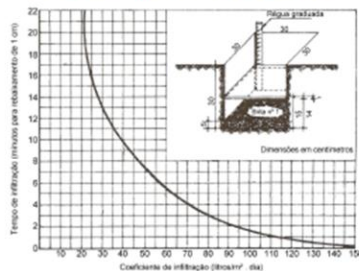
de infiltração, enquanto que a areia apresenta o maior grão e a maior capacidade de infiltração. O silte apresenta características intermediárias entre argila e areia. Assim, uma vez que o tipo de solo varia de região em região, é fundamental que o teste de infiltração seja aplicado exatamente no local (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;

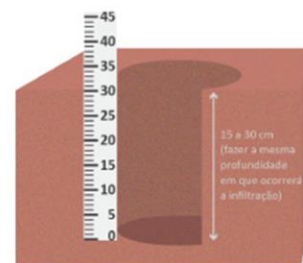


4. No primeiro dia manter a cova cheia de água durante 4 h;
5. No dia seguinte, encher a cova com água e aguardar que se infiltre totalmente;
6. Encher novamente as covas com água até a



altura de 15 cm e cronometrar o período de rebaixamento de 15 cm até 14 cm, correspondente às alturas da água em cada cova. **Quando este intervalo de tempo para rebaixamento 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 ( $min/cm$ ).

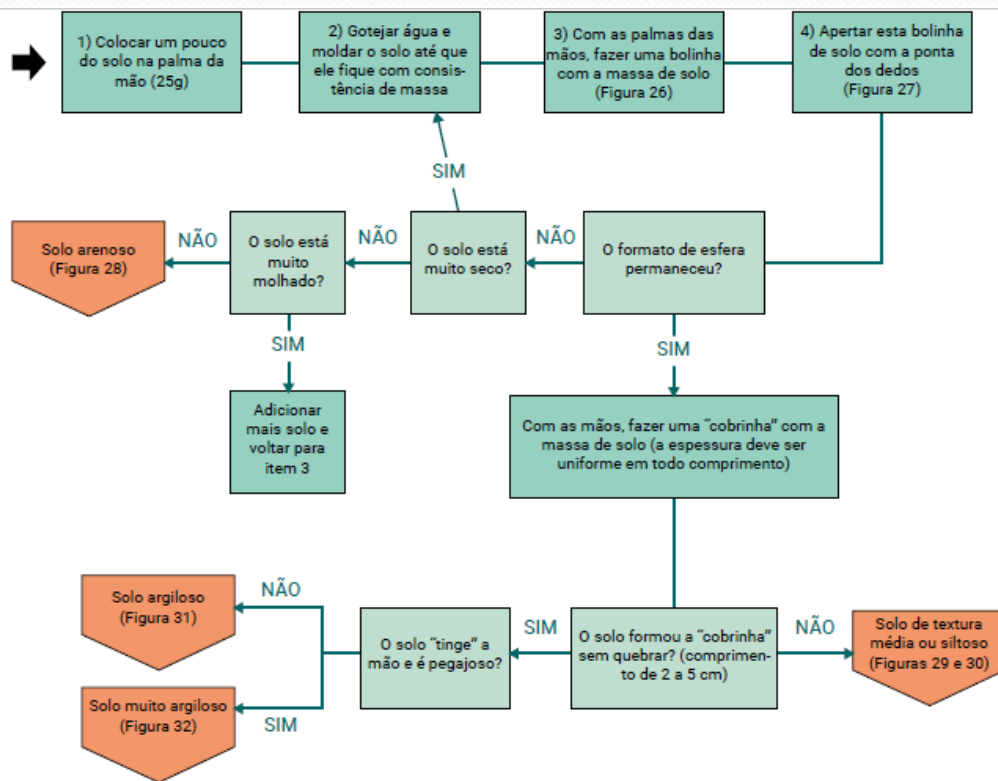
Agora basta comparar o resultado com os valores da tabela abaixo, multiplicando o valor da área necessária ( $m^2/l/dia$ ) pelo volume a ser infiltrado.

Taxa de Infiltração min/cm	Taxa de Aplicação L/m²/d	Área necessária	
		m²/L/dia	m²/m³/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

### Teste prático segundo Art Ludwig

1. Cave um buraco com uma cavadeira na profundidade onde irá aplicar água (se for para água cinza, geralmente de 15 a 30cm de profundidade);
2. Crave uma estaca graduada (em cm) no fundo do buraco;
3. Encha o buraco com água até o topo entre 3 a 5 vezes para saturar o solo;
4. Encha novamente o buraco e marque quantos minutos a água leva para baixar 3cm;
5. Repita o teste anotando o tempo, até que o resultado se repita:





Fonte: Livro UNICAMP/ABES

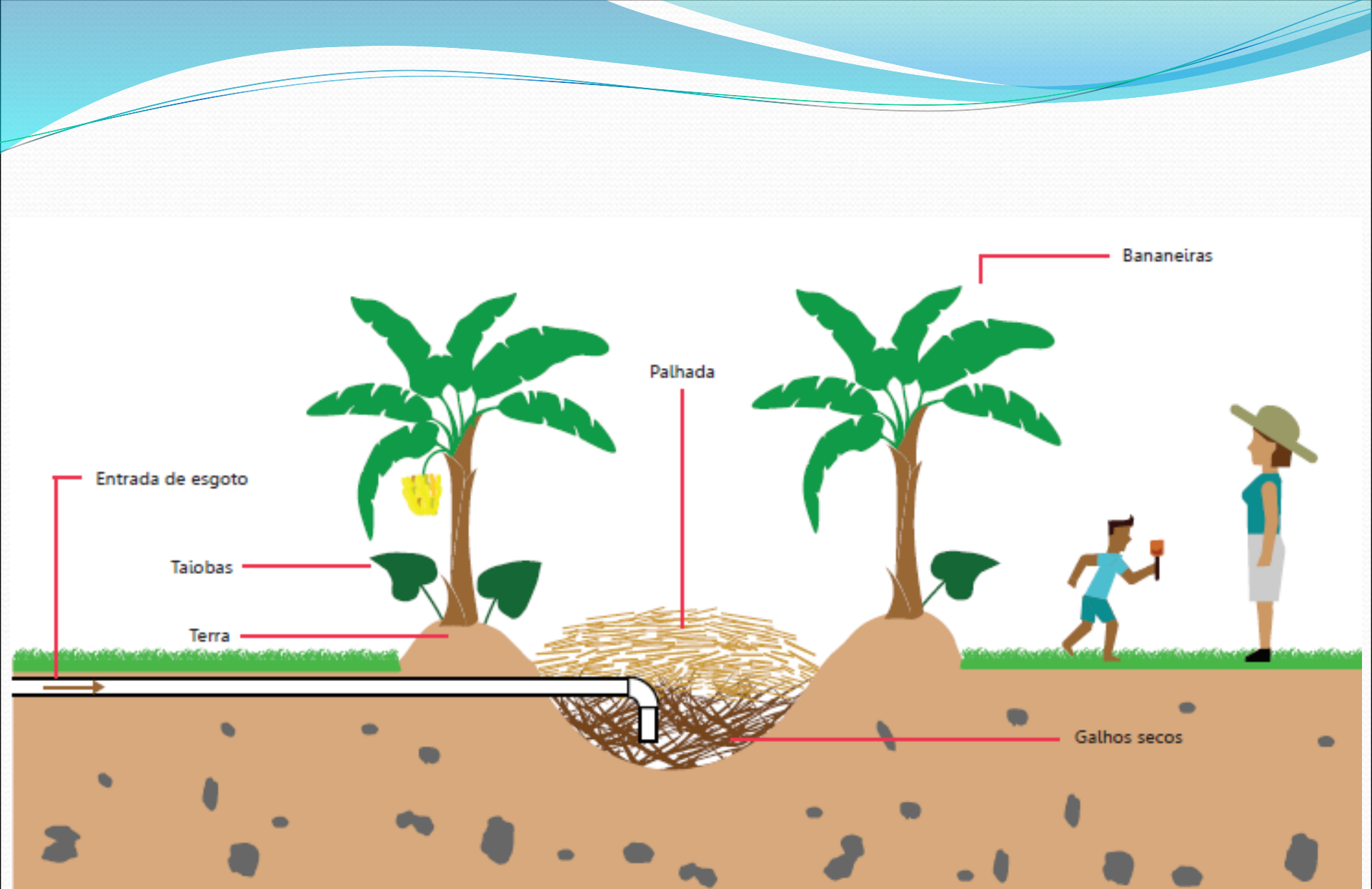






# Círculo de Bananeiras





Fonte: Livro UNICAMP/ABES





























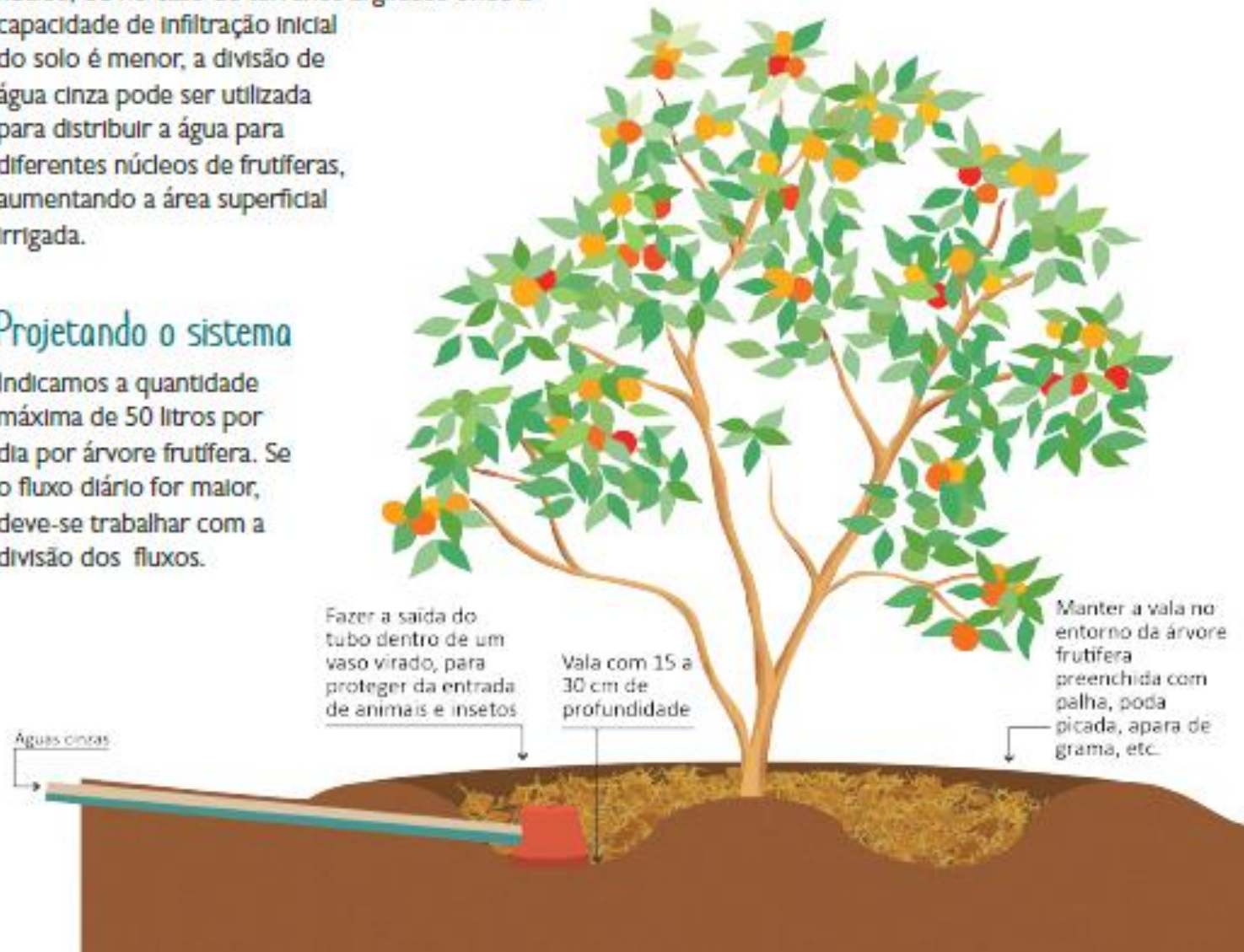
# Irrigação Frutíferas



núcleo, ou 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.

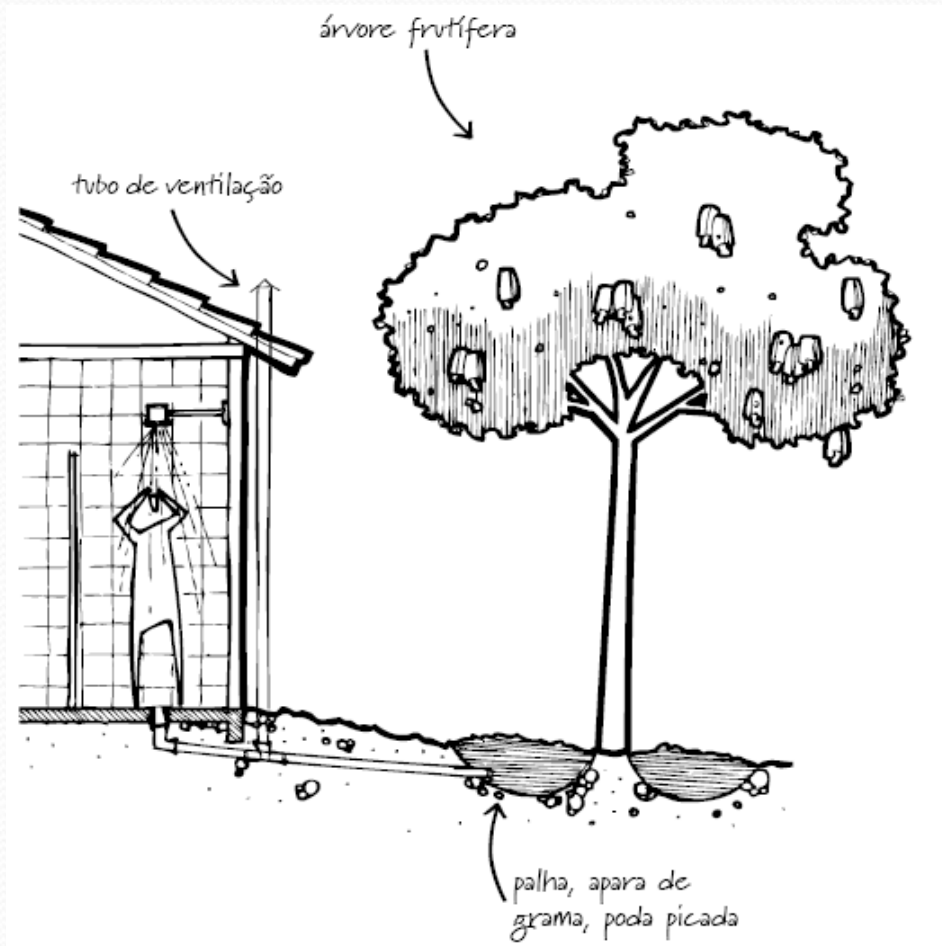
## Projetando o sistema

- 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





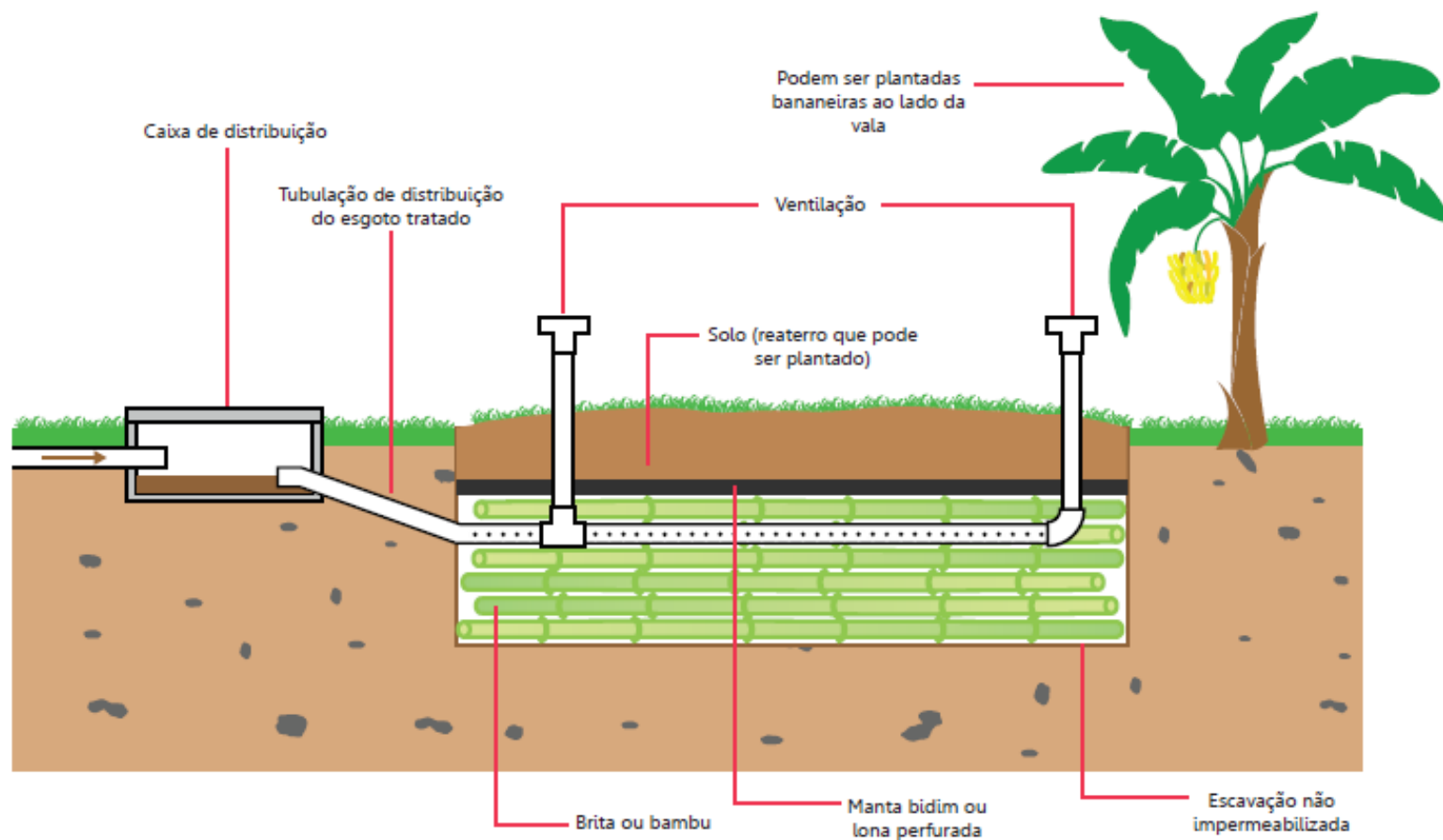




# Vala de Infiltração Plantada



## D01 Vala de infiltração



Fonte: Livro UNICAMP/ABES



















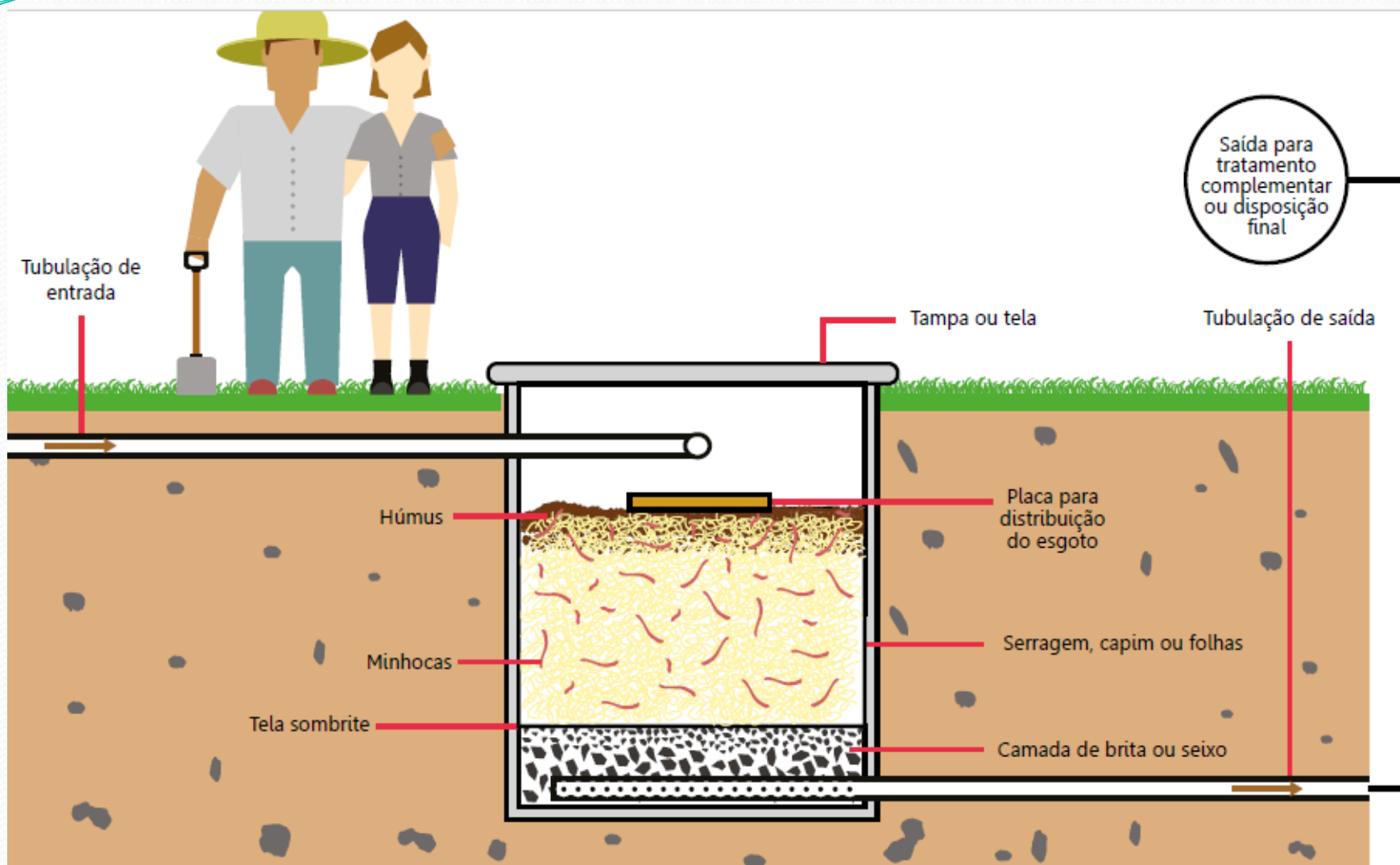






# Vermifiltro





Fonte: Livro UNICAMP/ABES









Fonte: Projeto Bioágua  
Familiar







# Wetlands ou Zona de Raízes



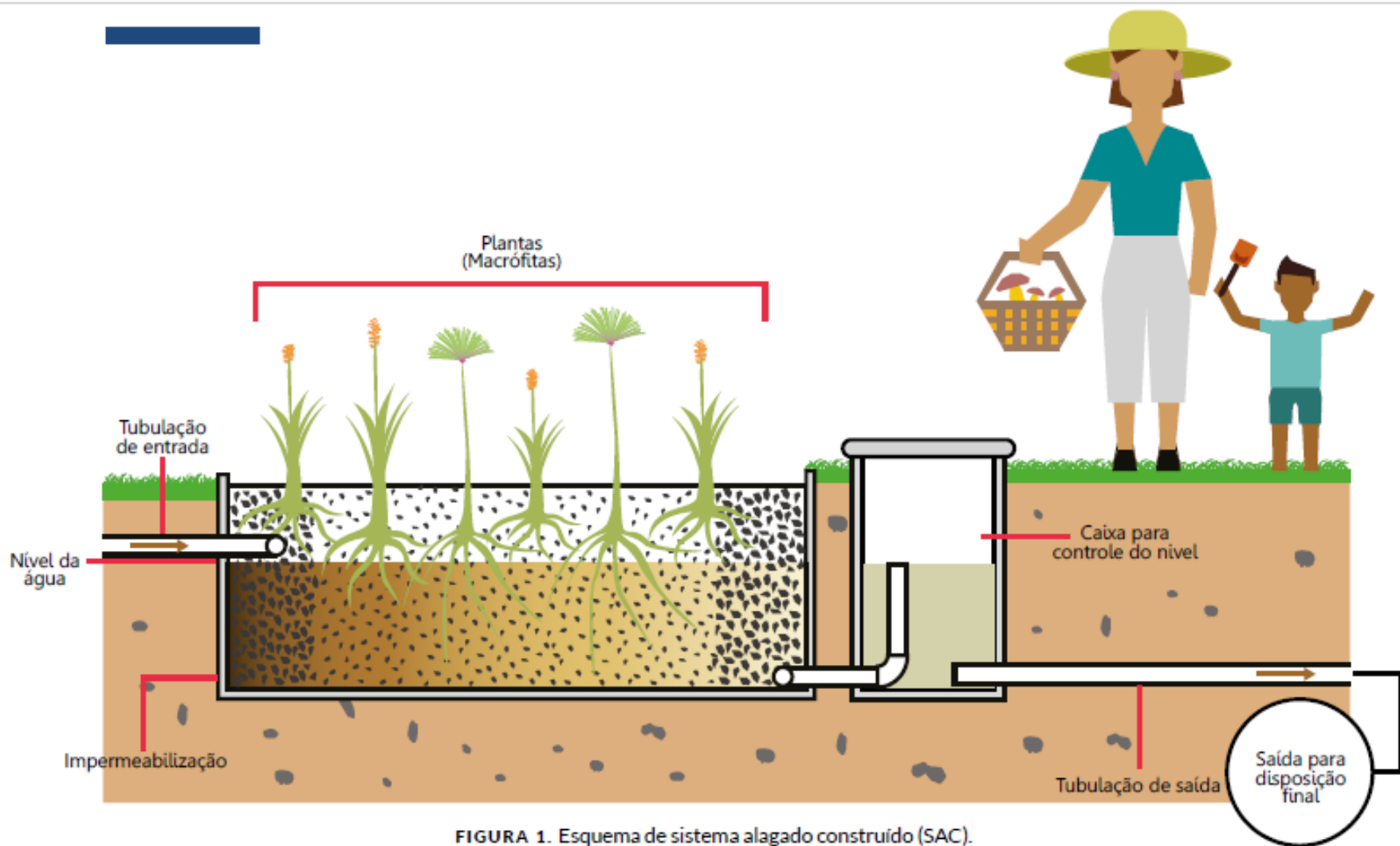


FIGURA 1. Esquema de sistema alagado construído (SAC).

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

Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos Aplicados ao Tratamento de Águas Residuárias  
Publicação online Boletim Wetlands Brasil – Edição Especial – Dezembro/2018 – ISSN 2359-0548



GUIA PRÁTICO

# MANEJO DA ÁGUA

2ª EDIÇÃO

<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







<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

Biblioteca Unicamp



T05

## CÍRCULO DE BANANEIRAS

Unidade de tratamento para águas cinzas ou tratamento complementar de esgoto doméstico ou águas de vaso sanitário. Consiste em uma vala circular preenchida com galhos e palhada, onde desemboca a tubulação. Ao redor são plantadas bananeiras e/ou outras plantas que apreciem 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.

- 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 palhada na parte superior (capim seco, folhas secas de bananeira) criando um ambiente aerado e espaçoso para receber a água cinza que precisa ser tratada (FIGURA 1).
- Para a entrada da água cinza no buraco, pode-se fazer 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, sobras 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.

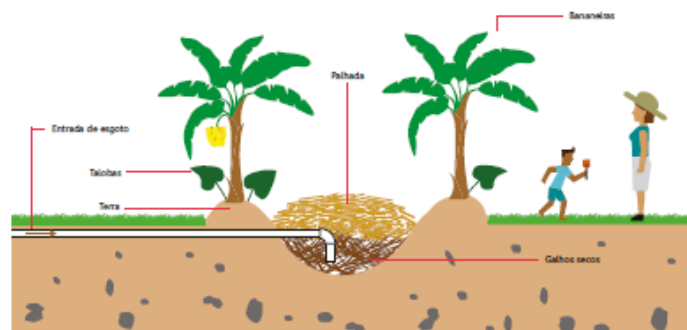


FIGURA 1. Esquema de círculo de bananeiras.



FIGURA 2. Círculo de bananeiras em Campinas, SP. A) logo após a implantação e B) depois de um ano. [Foto: Isabel Figueiredo].



FIGURA 3. Bacia de Mulch em Luthina, GO. [Foto: Isabel Figueiredo].

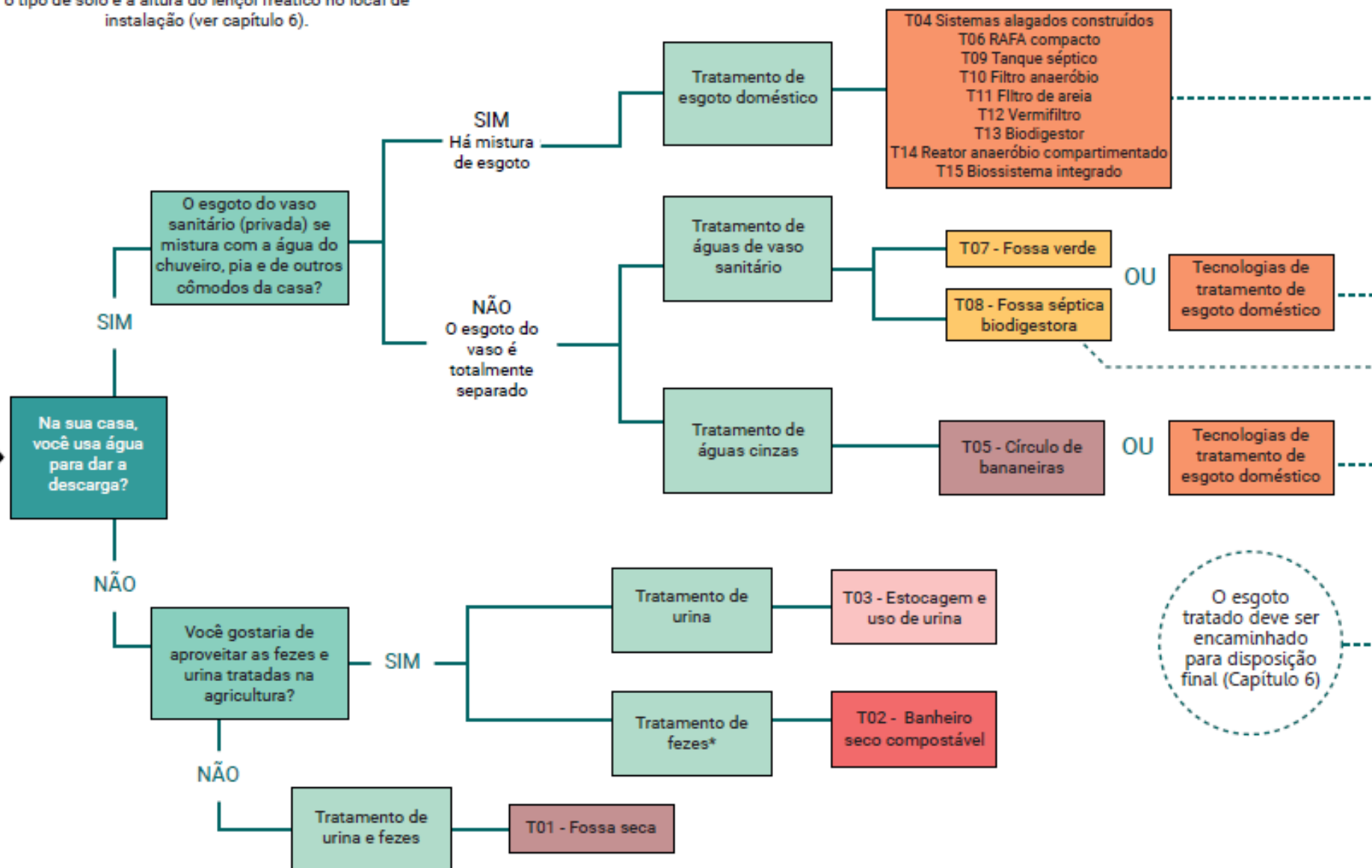
### Considerações e recomendações

- Durante a escavação do buraco do círculo de bananeiras, 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 gostem de umidade, como mamoeiros, lipo do brejo e taioba.
- O buraco do círculo de bananeiras 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 recebimento 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 FICHA 004). 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 bananeiras, chamada de Bacia 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.

















### 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**
<b>T01 Fossa seca</b>	Fezes e urina (sem água)	Não	Unifamiliar	2 a 4 m <sup>2</sup>	Não se aplica		Não	
<b>T02 Banheiro seco compostável</b>	Apenas fezes e um pouco de urina (sem água)	Não	Unifamiliar ou semicoletivo	3 a 5 m <sup>2</sup>	Não se aplica		Não, mas há produção de composto	
<b>T03 Estocagem e uso da urina</b>	Apenas urina (com ou sem água)	Não	Unifamiliar ou semicoletivo	1 a 3 m <sup>2</sup>	Não se aplica		Não	
<b>T04 Sistemas alagados construídos (SAC)</b>	Águas cinzas Esgoto pré-tratado	Sim	Unifamiliar ou semicoletivo	7,5 a 15 m <sup>2</sup>			Não	
<b>T05 Círculo de bananeiras</b>	Águas cinzas Esgoto pré-tratado	Não para águas cinzas. Sim para esgoto misto	Unifamiliar	3 a 5 m <sup>2</sup>	Não se aplica		Não	
<b>T06 Reator anaeróbio de fluxo ascendente unifamiliar</b>	Águas de vaso sanitário Esgoto doméstico	Não	Unifamiliar ou semicoletivo	1,5 a 4 m <sup>2</sup>			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 palhada e galhos*



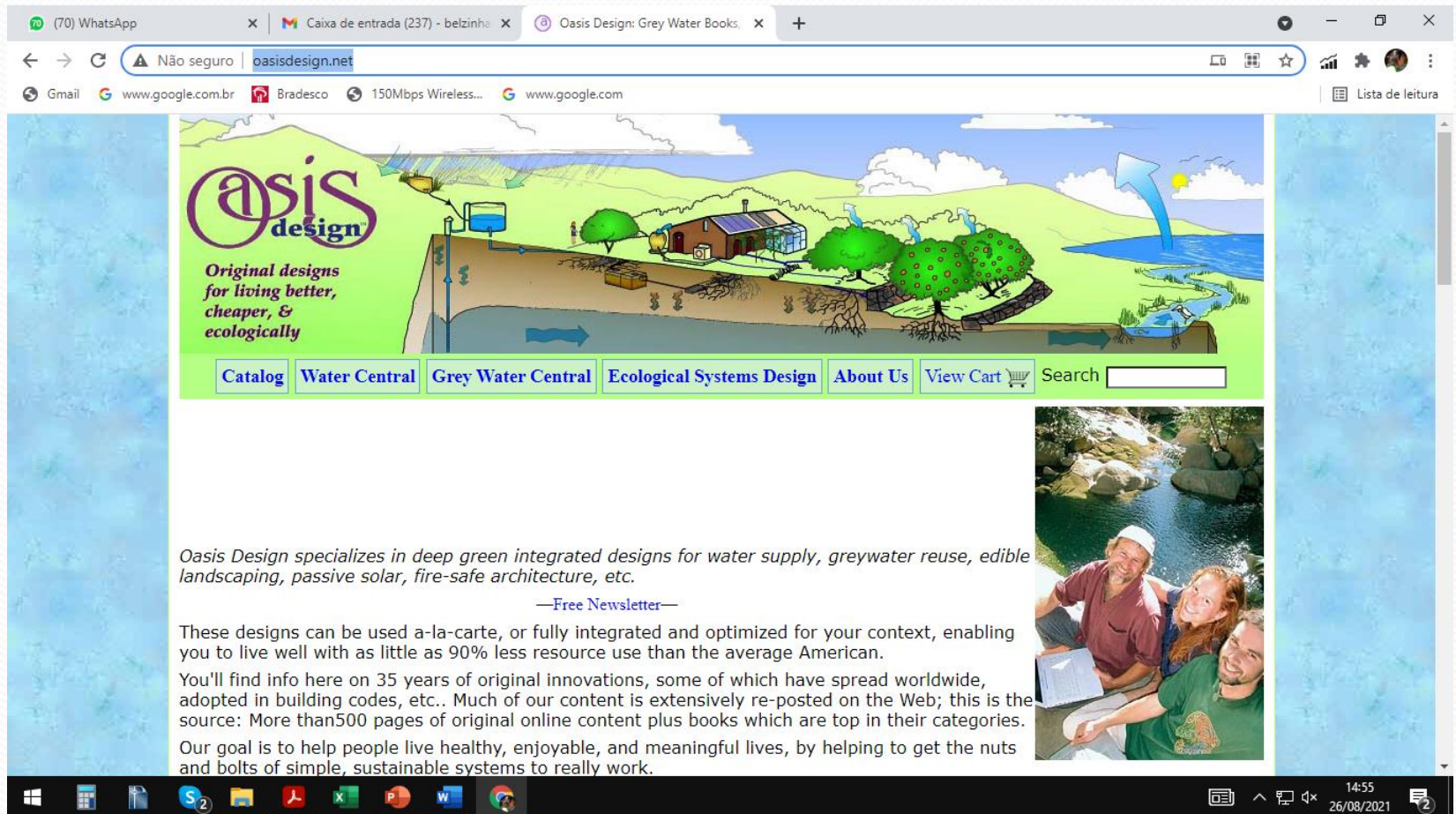
27.  
*Plantio de Bananeiras ao redor do círculo*





[http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/estudos-e-pesquisas1/-/asset\\_publisher/qGiy9skHw4ar/content/catalosan-catalogo-de-solucoes-sustentaveis-de-saneamento](http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/estudos-e-pesquisas1/-/asset_publisher/qGiy9skHw4ar/content/catalosan-catalogo-de-solucoes-sustentaveis-de-saneamento)





<http://oasisdesign.net/>



# Isabel Figueiredo

**belzinhafigueiredo@gmail.com**



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



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



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