

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



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





Esta 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 desta obra, desde que citada a fonte.

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta 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.gov.br/bvs>.

**Tiragem:** 1ª edição - 2018 - 3.970 exemplares

#### **Elaboração, distribuição e informações:**

MINISTÉRIO DA SAÚDE

Fundação Nacional de Saúde

Departamento de Engenharia de Saúde Pública

Coordenação Geral de Cooperação Técnica em Saneamento

Coordenação de Desenvolvimento Tecnológico em Engenharia Sanitária, SAUS, Quadra 4, Bloco N, 6ª andar, Ala Sul CEP: 70070-040, Brasília - DF - Tel.: (61) 3314-6278

Home page: <http://www.funasa.gov.br>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia

Av. Costa e Silva, S/N, Cidade Universitária, CEP 79070-900. Campo Grande - MS. Tel.: (067) 3345-7450

Home page: <https://faeng.ufms.br/>

#### **Apoio:**

Este caderno é um dos produtos da pesquisa “Desenvolvimento de uma ferramenta para o processo de planejamento, implementação e gestão de sistemas sustentáveis de saneamento para comunidades isoladas”, desenvolvida com

recursos do Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento da Funasa

#### **Capa, projeto gráfico e diagramação:**

Erika Galbiati Carvalho e Gráfica e Editora Espaço

#### **Impresso no Brasil / *Printed in Brazil***

Gráfica e Editora Espaço

Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde.

CataloSan: catálogo de soluções sustentáveis de saneamento - gestão de efluentes domésticos / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde; Paula Loureiro Paulo, Adriana Farina Galbiati, Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho. – Campo Grande : UFMS, 2018.

50 p. il.

ISBN: 978-85-63202-07-9

1. Saneamento básico. 2. Saneamento ambiental I. Título.

CDU.628

Catálogo na fonte - Divisão de Museu e Biblioteca - Funasa

Títulos para indexação

Em inglês: CataloSan: Catalogue of sustainable sanitation solutions – domestic sewage management

Em espanhol: Catálogo de soluciones de saneamiento sostenible - gestión de aguas residuales domésticas

# Prefácio

A bandeira do saneamento rural, representado pelas ações simplificadas de abastecimento de água, destinação adequada de esgoto sanitário e de coleta e tratamento de resíduos sólidos, tem na FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA) a sua maior representação institucional-governamental, sobretudo pela expertise acumulada há mais de 70 anos de serviços prestados à sociedade brasileira. Dentre as multiplicidades das atividades desenvolvidas pelo órgão, ao longo de tantos anos, destacamos as centenas de pesquisas financiadas e estimuladas pela FUNASA. Assim, por ter pertencido ao quadro técnico da instituição durante 38 anos, sinto-me honrado e agradecido pelo convite formulado pela coordenadora da pesquisa, Prof<sup>a</sup> Paula Loureiro Paulo, docente da UFMS, nesta nobre e distinta tarefa de prefaciá-la obra do CATÁLOGO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS DE SANEAMENTO – GESTÃO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS - CATALOSAN, um entre os quatro produtos da pesquisa financiada pela FUNASA. O título da pesquisa é “Desenvolvimento de uma Ferramenta para o Processo de Planejamento, Implementação e Gestão de Sistemas Sustentáveis de Saneamento para Comunidades Isoladas”. Compartilho, com a legião de engenheiros, técnicos e profissionais da FUNASA, o prazer e a satisfação pela homenagem.

O Catálogo concebido, além da praticidade, do caráter de ineditismo e do baixo custo, traz em uma linguagem acessível um acervo de soluções sanitárias apropriadas para o emprego do conceito do saneamento focado em recursos, contribuindo assim para a saúde do meio ambiental, levando à redução dos agravos à saúde humana, inibindo as doenças e promovendo saúde. O uso dos efluentes como recurso para a produção de alimentos concebe a indiscutível sustentabilidade ao processo, na medida em que contribui à aplicação do ciclo natural da água, da matéria orgânica e dos nutrientes, acelerando a reprodução do modelo natural.

O meu entusiasmo em relação ao modelo de intervenção em comunidades isoladas propiciado pela pesquisa, com o emprego dos quatro produtos desenvolvidos (1- Manual de coleta de dados; 2- Catálogo de Soluções Sustentáveis de Saneamento - CataloSan; 3- Sistema on-line programado; 4- Manual do usuário para aplicação da ferramenta completa), é porque permite aliar modernidade (uso da informática) à simplicidade nas ações de proteção e controle de doenças nas pequenas comunidades isoladas, representada pelas obras de saneamento. As etapas muito bem dimensionadas no CataloSan (interface e tipo de efluente – armazenamento, direcionamento e transporte – separação de sólidos e gorduras – digestão da matéria orgânica – uso de nutrientes e redução de patógenos – reúso ou destino final), incluindo-se o caráter didático das figuras ilustrativas, permitem projetar o sucesso no emprego da ferramenta como um todo e do Catálogo em especial, não só pela facilidade do seu uso e agilidade na obtenção dos resultados como também pelas funcionalidades capazes de promover a atualização e ampliação da escala de aplicabilidade em meio ao universo de populações a serem alcançadas.

Deixo, ao fim, uma verdade que sempre propago e que me inspira no contínuo trabalho de levar saneamento básico às populações isoladas e carentes:

**“O SANEAMENTO BÁSICO É CONSIDERADO A MAIS EFICAZ VACINA CONTRA AS DOENÇAS PARASITÁRIAS E INFECTO-CONTAGIOSAS PREVALENTES NOS BOLSÕES DE POBREZA DO NOSSO PAÍS”.**

Eng.º Aroldo Ferreira Galvão



# Sumário

<b>Parte 1 - Aspectos gerais</b> .....	7	Filtro anaeróbio de fluxo ascendente.....	32
Apresentação.....	9	Fossa biodigestora.....	33
Como consultar o catálogo.....	9	Biodigestor.....	34
Saneamento focado em recursos.....	10	Uso de nutrientes e redução de patógenos.....	35
Qual a composição do esgoto doméstico?.....	11	Zona de Raízes/Banhados/ <i>Wetlands</i> construídos....	36
Por que separar?.....	13	Reuso ou destino final.....	37
Composição dos efluentes.....	14	Sumidouro.....	38
Etapas envolvidas na gestão de efluentes domésticos.....	15	Poço de infiltração.....	39
Exemplos de arranjos.....	16	Vala de infiltração.....	40
<b>Parte 2 - Tecnologias</b> .....	17	Filtro de mulche.....	41
Interfaces e efluentes produzidos.....	19	Círculo de bananeiras.....	42
Pontos de geração de água cinza.....	20	Sistemas completos .....	43
Sanitários.....	21	Tanque de evapotranspiração-TEvap.....	44
Mictórios.....	23	Evapotranspiração e tratamento de água cinza clara	
Dispositivos de armazenamento e transporte.....	25	EvaTAC.....	46
Separação de sólidos e gorduras.....	27	Sanitário seco compostável.....	48
Caixa de gordura.....	28	<b>Referências bibliográficas</b> .....	49
Digestão de matéria orgânica.....	29	<b>Sites consultados</b> .....	50
Tanque séptico.....	30	<b>Equipe técnica</b> .....	50
Tanque séptico compartimentado.....	31		



# **Parte 1**

## Aspectos gerais



# Apresentação

Este catálogo foi produzido para ser um material de fácil consulta, que sirva de orientação para a escolha de soluções simples e acessíveis, que contribuam na solução das questões de saneamento domiciliar com baixo custo e sustentabilidade, seguindo os princípios do Saneamento Focado em Recursos.

## **Tecnologias sociais**

Foram incluídas tecnologias que fossem facilmente replicáveis, não necessitando de mão de obra altamente especializada para sua implantação. No entanto, é recomendável o acompanhamento por um profissional que tenha conhecimentos em construção civil e instalações hidráulicas.

## **Sustentabilidade**

O material está orientado para a escolha de tecnologias adequadas a cada situação. A sustentabilidade ambiental não está na técnica em si, mas no arranjo do qual ela faz parte, considerando os recursos disponíveis e de acordo com o tipo de efluente a ser gerido.

## **Baixo custo**

A eficiência dos sistemas não é proporcional ao seu custo e sim relacionada à simplicidade e adequação. Com pouco investimento, podemos implementar arranjos que aproveitam sistemas naturais a nosso favor.

## **Autonomia**

A facilidade na implantação, o baixo custo e a simplicidade na operação e manutenção dos sistemas unidomiciliares dá autonomia a comunidades isoladas e mesmo a moradores de grandes cidades para tratar seu próprio esgoto, minimizando os impactos ambientais, com o aproveitamento dos recursos para a produção de alimentos e manutenção de áreas verdes.

# Como consultar o catálogo:

1. Qualquer que seja o motivo da consulta, é importante ler a “Parte 1” completa, referente aos aspectos gerais, para compreensão do contexto no qual as tecnologias são propostas.
2. Em seguida, procure entender como pode ser feita a separação dos diferentes tipos de efluentes, consultando a página 13 (Porque separar?). Após, consultar o quadro na página 14 (Composição dos efluentes) para ver a composição simplificada de cada um e entender melhor o que precisa tratar.
3. Seguindo os “Exemplos de Arranjos” da página 16, monte seu arranjo, escolhendo as tecnologias que melhor se adaptem, apresentadas na Parte 2 do catálogo. Para montar o arranjo é muito importante observar que todas as etapas envolvidas na gestão de efluentes domésticos devem ser consideradas (página 15).
4. Verifique as informações detalhadas na página específica de cada tecnologia e veja se realmente são as mais viáveis para o seu caso.
5. Se necessitar de informações e orientações complementares, pesquise nos materiais e vídeos disponíveis na internet e procure o auxílio de pessoas mais experientes.

# Saneamento Focado em Recursos

O objetivo do Saneamento Focado em Recursos é manter o ambiente saudável para a natureza e para as pessoas, evitando os efeitos nocivos da disposição inadequada de nossos dejetos (resíduos, fezes, urina, águas servidas). Utiliza sistemas naturais para neutralizar o potencial contaminante e poluidor dos efluentes, aproveitando os recursos (água e nutrientes) que podem ser utilizados na manutenção de sistemas produtivos, melhorando a segurança alimentar, ambiental e econômica, a partir do entorno da residência.

Para fechar os ciclos da água, matéria orgânica e nutrientes, de forma semelhante ao que ocorre em ambientes naturais, é importante separar, sempre que possível, os diversos tipos de efluentes, de forma a tratar cada um de acordo com suas características, aproveitando ao máximo seus potenciais, antes ou ao invés de lançá-los ao ambiente.

Como destino final dos produtos dos sistemas de saneamento, é comumente mais adequada a disposição no solo do que o lançamento de efluentes na água, mesmo depois de tratados. O solo mantém uma diversidade bem maior de organismos decompositores de matéria orgânica e um ambiente mais propício ao tratamento de diversas substâncias presentes no esgoto. Muitos dos elementos que são poluentes para a água, são nutrientes para as plantas e outros organismos vivos.

A figura 1 mostra os resíduos produzidos em uma residência. Neste catálogo não vamos abordar as soluções para os resíduos sólidos. As recomendações a seguir se aplicam às águas residuárias, fezes e urina.

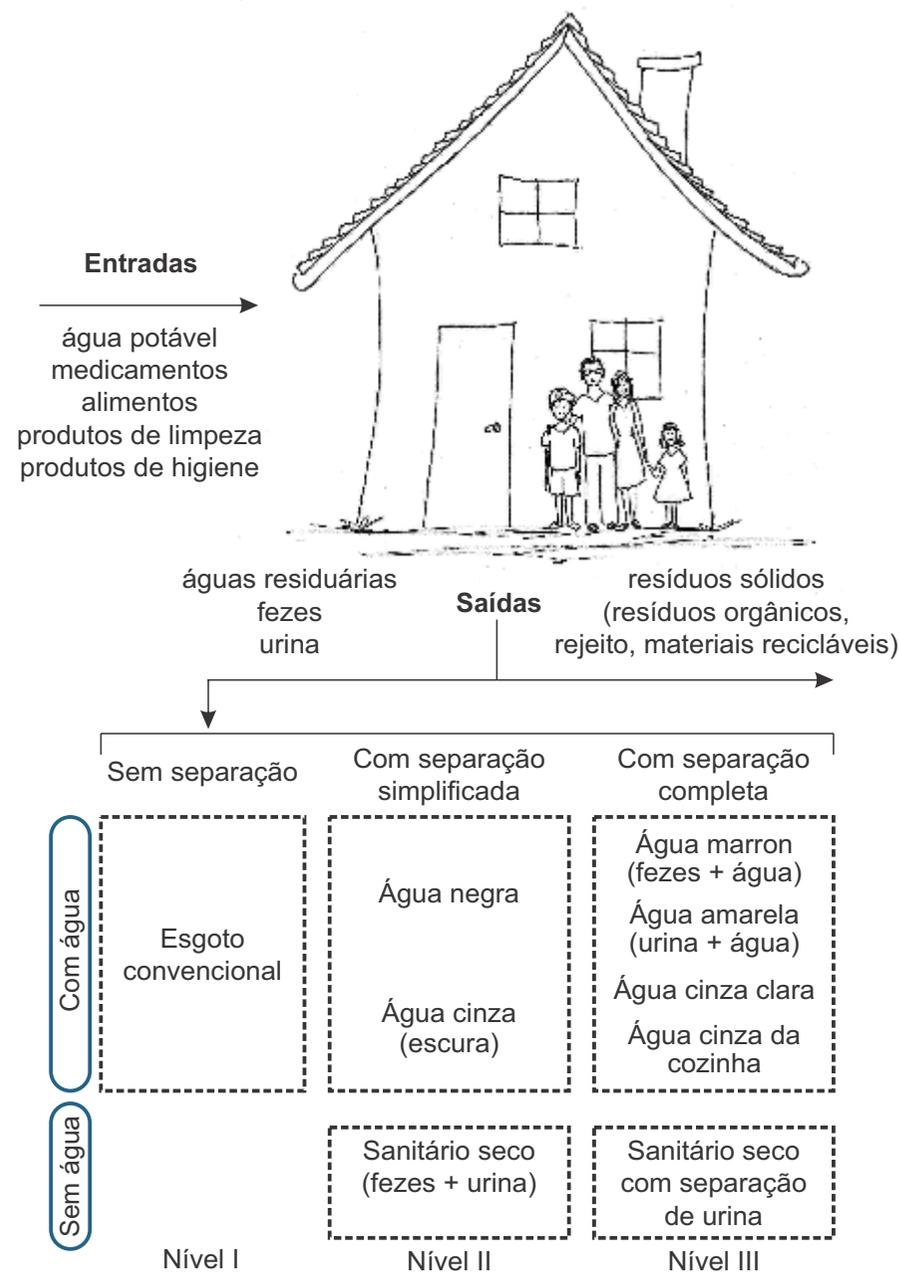


Figura 1 - Resíduos gerados em uma residência

# Qual é a composição do esgoto doméstico?

**Água:** Apenas 1 % do esgoto doméstico é composto de sólidos e o restante é água. Dependendo do tipo de efluente e do tratamento adotado, pode ser reutilizada para irrigação e outros fins não potáveis.

**Fezes :** Contém matéria orgânica, nutrientes e diversos organismos potencialmente transmissores de doenças, como bactérias, vírus e vermes, que podem ser eliminados em processos de desidratação e compostagem, digestão e filtração. Contém alguns nutrientes, mas seu maior potencial, após o tratamento, é o condicionamento dos solos, pelo seu conteúdo rico em matéria orgânica.

**Urina:** Contém muitos nutrientes que são importantes para as plantas (principalmente nitrogênio e fósforo) e raramente contém organismos causadores de doenças. Pode conter resíduos de hormônios e medicamentos que, se encaminhados para os corpos d'água, são de difícil decomposição e podem contaminar a água de abastecimento, caso haja captação a jusante. Aplicada no solo, diluída em água (10/1), a urina fornece nutrientes para as plantas.

**Sabões:** Poluentes em ambientes aquáticos, são menos prejudiciais quando dispostos no solo. Podem causar problemas de salinização do solo, nos casos de lançamento concentrado em um único ponto, por um período longo.

**Produtos químicos:** Alguns produtos presentes no esgoto interferem nos processos naturais na água e no solo, como o cloro e outros desinfetantes, mas são degradados com o tempo. Outros são mais persistentes no ambiente e o ideal é evitar seu uso, como os venenos, tinturas de cabelo contendo metais pesados, detergentes com componentes não biodegradáveis. A possibilidade de neutralização de produtos químicos no solo é maior do que em ambientes aquáticos.

**Gorduras:** São materiais orgânicos de difícil decomposição. Ao serem lançadas na água, podem prejudicar os seres aquáticos e, no solo, podem causar a colmatação (fechamento dos poros), dificultando a infiltração da água. Podem ser separadas por processos de flotação, como acontece nas caixas de gordura, ou por filtros de matéria orgânica, como nos círculos de bananeiras. Podem ser encaminhadas para compostagem.

**Restos de alimentos e outros tipos de matéria orgânica:** Compostos orgânicos geralmente são uma combinação de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e enxofre, entre outros. Quando o tratamento do esgoto é feito na água, como em tanques sépticos e reatores anaeróbios, a matéria orgânica é digerida por microrganismos, resultando em nutrientes solúveis e gases, como gás sulfídrico (cheiro de ovo podre), gás carbônico e metano.

No caso de sistemas que aproveitam o metano produzido como combustível (gás de cozinha e outros), o tratamento em ambiente anaeróbio (como nos biodigestores) é vantajoso. Vale ressaltar que o esgoto doméstico não possui grande potencial de produção de gás, sendo necessária a adição de esterco de animais e outros resíduos orgânicos ao sistema, para obter uma produção de gás suficiente para o consumo de uma residência.

Já a decomposição da matéria orgânica em ambiente aeróbio (na presença de ar) produz CO<sub>2</sub> e matéria orgânica estabilizada em forma de húmus, não produzindo chorume, nem metano, podendo ser aproveitada como condicionador de solos, sem perder muito carbono para a atmosfera.

**Fibras têxteis e cabelos:** são relativamente inertes no ambiente e não são causadores de poluição ou contaminação. No entanto, podem causar entupimento em alguns tipos de sistemas de tratamento, como zona de raízes ou sistemas de reuso direto na irrigação, necessitando de filtração prévia.

**Nutrientes:** Compostos orgânicos geralmente são uma combinação de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e enxofre, entre outros. Quando o tratamento do esgoto é feito na água, como em tanques sépticos e reatores anaeróbios, a matéria orgânica é digerida por microrganismos, resultando em nutrientes solúveis e gases, como gás sulfídrico (cheiro de ovo podre), gás carbônico e metano.

No caso de sistemas que aproveitam o metano produzido como combustível (gás de cozinha e outros), o tratamento em ambiente anaeróbio (como nos biodigestores) é vantajoso. Vale ressaltar que o esgoto doméstico não possui grande potencial de produção de gás, sendo necessária a adição de esterco de animais e outros resíduos orgânicos ao sistema, para obter uma produção de gás suficiente para o consumo de uma residência.

Já a decomposição da matéria orgânica em ambiente aeróbio (na presença de ar) produz CO<sub>2</sub> e matéria orgânica estabilizada em forma de húmus, não produzindo chorume, nem metano, podendo ser aproveitada como condicionador de solos, sem perder muito carbono para a atmosfera.

**Sólidos:** Cerca de 70% dos sólidos nos efluentes domésticos são de origem orgânica. O restante é composto por partículas de solo e outros materiais inertes.

**Lodo:** Os sólidos que decantam ao fundo de tanques e reatores compõem o lodo, juntamente com microrganismos e materiais orgânicos em decomposição.

Em sistemas que recebem apenas água e materiais orgânicos, o lodo é digerido em uma taxa proporcional à de sua formação, diminuindo a necessidade de procedimentos de retirada de lodo.

Já em sistemas que recebem grande aporte de produtos químicos e partículas sólidas, como fibras, solo e cabelos, o volume

de lodo tende a aumentar, devendo ser retirado periodicamente.

É importante sempre manter uma parte do lodo no sistema, porque ele abriga os microrganismos que promovem a decomposição da matéria orgânica.

**Coliformes termotolerantes:** Antigamente chamados de coliformes fecais, são bactérias presentes em grandes quantidades nos intestinos de animais de sangue quente, incluindo o ser humano.

São indicadores da possível contaminação por bactérias de origem intestinal, das quais algumas podem ser causadoras de doenças. Por isso, efluentes contendo fezes devem ser tratados em sistemas isolados do contato com a água de abastecimento, alimentos, plantas comestíveis, animais e seres humanos.

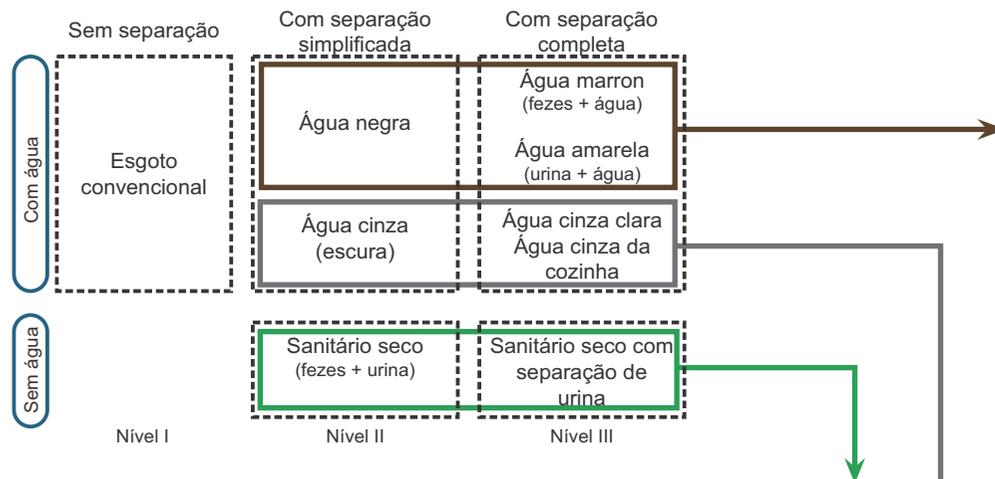
No entanto, plantas que crescem em sistemas de tratamento de esgotos podem ter suas folhas e frutos consumidos normalmente, pelo fato de que as bactérias não são absorvidas pelas raízes, não podendo contaminar as partes comestíveis da planta.

Sistemas de tratamento que digerem a matéria orgânica podem reduzir a presença de patógenos no efluente, mas não os eliminam completamente. Por esse motivo, os efluentes de reatores e filtros anaeróbios, devem ser utilizados com cuidado. Caso sejam usados para fertirrigação, o sistema deve ser por gotejamento ou através de canos perfurados subsuperficiais.

**Ovos de helmintos:** Os vermes intestinais podem ser transmitidos quando partes do corpo ou os alimentos entram em contato com seus ovos ou larvas, transportadas pelas fezes. Sistemas de tratamento de águas negras, que utilizem algum tipo de filtragem, retêm ovos e larvas do efluente final. Sistemas de tratamento de dejetos por desidratação ou compostagem, como alguns sanitários secos, necessitam em torno de 6 meses de repouso para a inativação desses ovos.

# Por que separar?

Cada tipo de efluente contém recursos que são melhor aproveitados em sistemas diferentes e também problemas que precisam ser resolvidos de maneiras diferentes. Na maioria dos casos, misturar todo o esgoto em um sistema utiliza mais espaço, aumenta os custos de construção, diminui a eficiência e o reaproveitamento.



## Sistemas sem água

**Sanitário seco sem separação de urina:** contém fezes, urina, material secante\*, papel higiênico.

**Sanitário seco com separação de urina:** mesma composição do anterior, exceto urina.

**Mictórios sem descarga :** produzem urina pura. Com o uso de mictórios sem água, pode-se economizar até 80% da água utilizada nas descargas. A urina assim coletada é armazenada em recipientes de plástico, podendo ser usada como fertilizante. Também pode ser encaminhada para disposição no solo, juntamente com a água cinza.

\*Material secante = terra, cinzas, cal, serragem de madeira (puros ou combinados entre si).

🔴 **Água negra:** produzida na bacia sanitária com descarga. Contém fezes, urina, água, produtos químicos e, eventualmente, papel higiênico. É a menor porção do esgoto doméstico, mas tem o maior potencial de poluição e contaminação. Por isso se deve evitar misturá-la à água cinza, para não aumentar o volume de esgoto contaminado a ser tratado. Pode ser subdividida em água marrom e água amarela, por meio de sistemas de separação de urina.

🔴 **Água marrom:** produzida na bacia sanitária com separação de urina. Mesma composição da água negra, mas sem urina.

🟡 **Água amarela:** produzida no mictório com descarga. Contém água e urina. A urina não apresenta grandes riscos à saúde, podendo ser encaminhada para sistemas de infiltração no solo ou fertirrigação.

🔵 **Água cinza:** todos os efluentes da casa, exceto o da bacia sanitária. Contém água, matéria orgânica, produtos químicos, gorduras, sabão, fibras, cabelos. Existem diferenças na composição da água cinza, de acordo com a sua origem:

🔵 **Água cinza da pia da cozinha:** contém mais materiais orgânicos e gorduras do que o restante da água cinza. Por esse motivo, alguns autores a classificam como água negra;

🔵 **Água cinza clara:** é o restante da água cinza, exceto a da pia da cozinha.

# Composição dos efluentes

Efluentes e interfaces		Água	Gordura	Sólidos	Produtos químicos	Sabão	Fezes	Urina	Matéria orgânica	Patógenos	Fibras ou cabelo	Nutrientes	Material secante
Água negra	Bacia sanitária sem separação de urina	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	
Água marrom	Bacia sanitária com separação de urina	✓		✓	✓		✓		✓	✓		✓	
Água amarela	Mictório com descarga	✓						✓				✓	
Água cinza	Pia da cozinha	✓	✓	✓	✓	✓			✓			✓	
	Chuveiro	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
	Lavatório	✓	✓		✓	✓			✓		✓		
	Lavanderia	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓		
Sistema sem água	Sanitário seco sem separação de urina			✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓
	Sanitário seco com separação de urina			✓			✓		✓	✓		✓	✓
	Mictório sem descarga							✓				✓	

Quadro 1 - Substâncias presentes no esgoto, de acordo com o efluente

# Etapas envolvidas na gestão de efluentes domésticos



A apresentação das etapas envolvidas na gestão dos efluentes domésticos é uma forma didática de visualização dos processos como um todo, permitindo a escolha de arranjos (combinações de tecnologias) que atendam a todas as etapas. No entanto, elas podem acontecer parcialmente em mais de uma das tecnologias adotadas.

## Interface com o usuário e tipos de efluentes

Como detalhado na quadro 1, cada interface com o usuário produz um tipo de efluente, descritos na página 13.

## Armazenamento, direcionamento e transporte

São os dispositivos que servem de apoio às tecnologias propriamente ditas (tubulações, caixa de passagem, ralo, etc.).

## Separação de sólidos e gorduras

Separação de sólidos e gorduras: as gorduras são menos densas que a água e têm a tendência a flotar (boiar), permitindo sua remoção em caixas de gordura e tanques de sedimentação. Da mesma forma, as partículas mais densas que a água tendem a decantar ao fundo dos recipientes.

## Digestão de matéria orgânica

A decomposição da matéria orgânica em minerais solúveis e gases pode ocorrer em diversas etapas. Aqui estamos considerando principalmente a decomposição anaeróbia (sem ar).

## Uso de nutrientes e redução de patógenos

Os minerais disponibilizados pela decomposição da matéria orgânica da etapa anterior, podem ser aproveitados para a nutrição de plantas. A redução de patógenos também ocorre, em parte, na etapa anterior.

## Reuso ou destino final

Última etapa da gestão, após a qual o efluente não retorna. A disposição final deve ser feita prioritariamente no solo, sendo que a abordagem do Saneamento Focado em Recursos desaconselha a disposição de efluentes em corpos d'água.

## Custos

As informações a respeito dos custos de implantação, incluídas para algumas tecnologias, são comparações entre tecnologias que cumprem o mesmo fim e não se referem a valores monetários absolutos.

Por exemplo: tecnologias que utilizam plantas, matéria orgânica e materiais recicláveis na sua montagem, são consideradas de custo **baixo**. As tecnologias que utilizam materiais de construção ou mão de obra especializada em alguma de suas fases, pode ser considerada de custo **médio** e sistemas que utilizam materiais mais caros em grandes quantidades e/ou mão de obra especializada, são considerados de custo **alto**.

## Tipo de mão de obra

Para este catálogo, estamos considerando os seguintes tipos de mão de obra, de acordo com as exigências em conhecimentos técnicos e prática na execução:

**Simples:** qualquer pessoa que consulte o catálogo consegue executar a implantação.

**Qualificada:** necessita do acompanhamento de pessoa que tenha experiência na área e conhecimentos específicos a respeito daquela tecnologia.

# Exemplos de arranjos

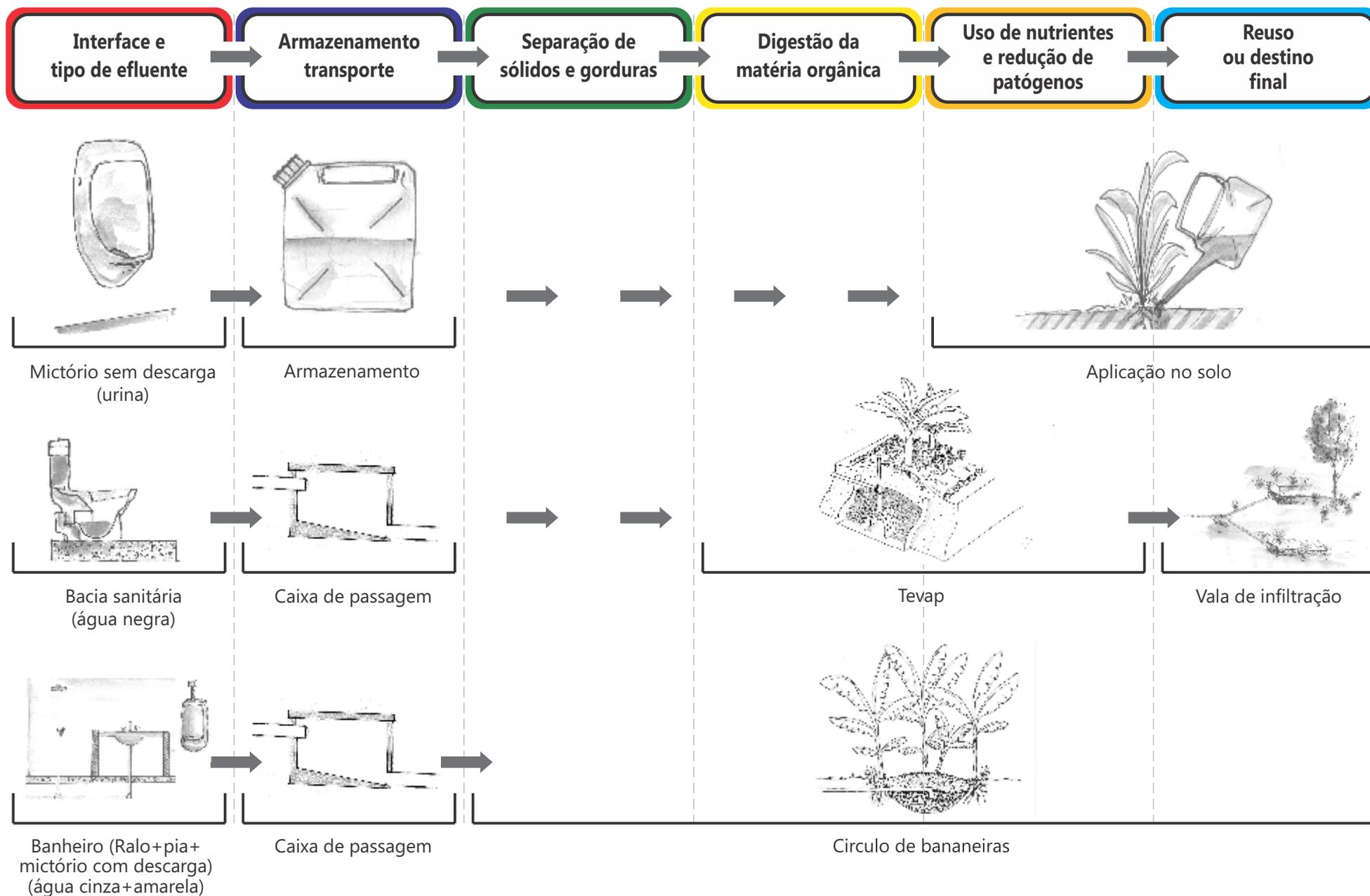


Figura 2 - Exemplos de arranjos para a gestão de três tipos de efluentes. Cada tecnologia está relacionada a uma ou mais etapas, indicadas pelas linhas pontilhadas.

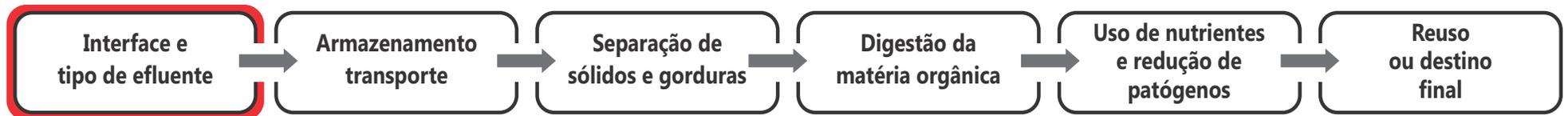
# Parte 2

## Tecnologias

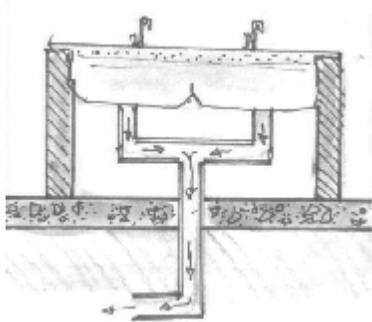




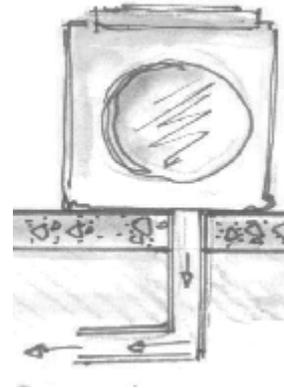
## Interfaces e efluentes produzidos



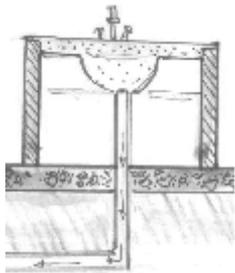
# Pontos de geração de água cinza



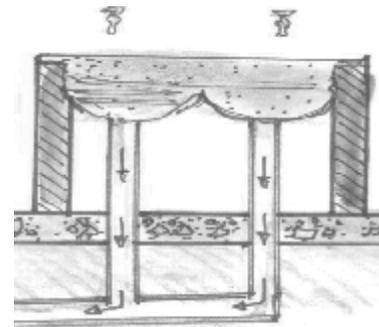
**Pia da cozinha:** água, produtos de limpeza, detergentes, sabões, restos de alimentos e gorduras.



**Máquina de lavar:** fibras têxteis, sabão, produtos de limpeza, amaciantes de roupas, branqueadores. A primeira água de lavagem é mais carregada desses produtos e as águas de enxague são sucessivamente mais limpas, justificando seu reuso em descargas e irrigação.



**Pia do banheiro:** água, sabão, produtos de higiene e cuidado pessoal (pasta de dentes, creme de barbear), fluidos corporais, cabelos, produtos de limpeza.



**Tanque:** terra, fibras têxteis, sabão, produtos de limpeza, amaciantes de roupas, branqueadores.

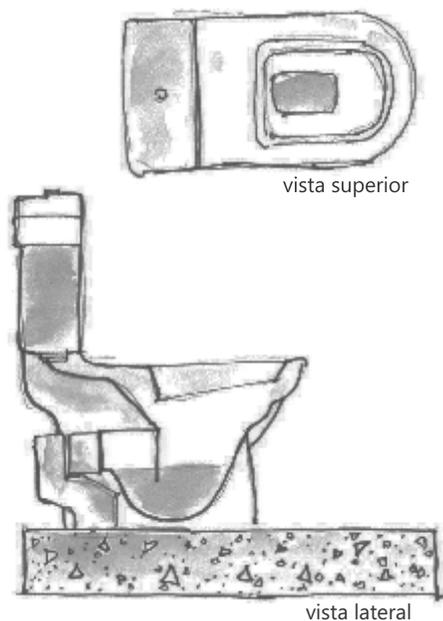


**Ralo do chuveiro:** água, produtos de higiene e cuidado pessoal, cabelos, gorduras corporais, terra, produtos de limpeza, urina e eventualmente tinturas contendo metais pesados.

## Dicas importantes:

- Não jogar óleo usado na pia – guardar numa garrafa PET e doar para alguém que faça sabão.
- Usar peneirinha no ralo de pias e tanques, diminuindo a entrada de fibras, cabelos e restos de alimentos no sistema.
- Evitar o uso excessivo de produtos à base de cloro, porque eles atrasam os processos de decomposição, tanto em sistemas aeróbios, quanto anaeróbios, podendo inclusive aumentar o acúmulo de lodo nas fossas.

# Sanitários



## Bacia Sanitária com descarga sem separação de urina (comum):

**Efluente:** água negra (água, fezes, urina e produtos de limpeza).

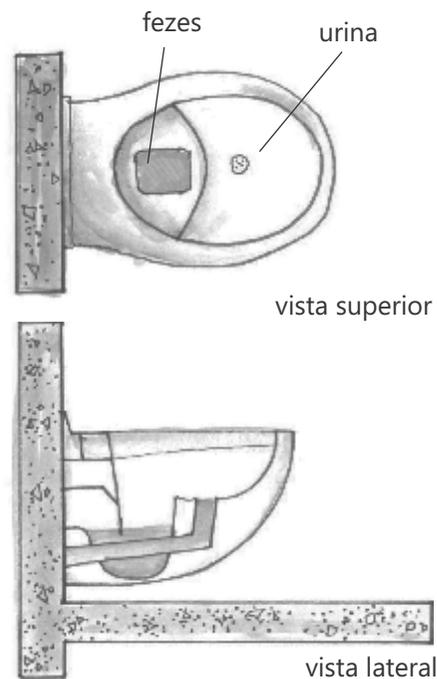
Evitar o uso excessivo de cloro na bacia sanitária. Produtos naturais como vinagre e bicarbonato de sódio também funcionam como desinfetantes e clareadores de louças sanitárias.



## Bacia turca:

O mesmo funcionamento da bacia sanitária convencional, utilizado de cócoras.

A posição acorçada beneficia o funcionamento dos intestinos.



## Bacia Sanitária com descarga dupla com separação de urina:

### Efluentes:

- água marrom: água e fezes (tratada da mesma forma que a água negra);

- água amarela: água e urina (pode ser usado para disposição no solo).

Necessita de dupla canalização, para urina e fezes. Tubos curtos e de plástico devem ser utilizados para urina, para evitar corrosão. Usar tubos de 50 a 75 mm.

Como a urina é coletada separadamente, sais e minerais (cálcio e magnésio), podem precipitar e acumular nos tubos. Usar ácidos leves (vinagre), soda cáustica, ou água quente para lavar. Em alguns casos, é necessária a manutenção com remoção manual.

Requer menos água que os sanitários convencionais e não há problemas com maus odores, desde que a limpeza seja feita adequadamente.

Manutenção intensiva.

Requer capacitação para o uso.

Homens precisam urinar sentados, ou utilizar um mictório separado.



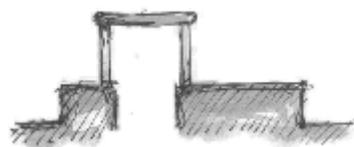
### Sanitário sem descarga sem separação de urina:

**Saídas:** fezes, material secante e urina.

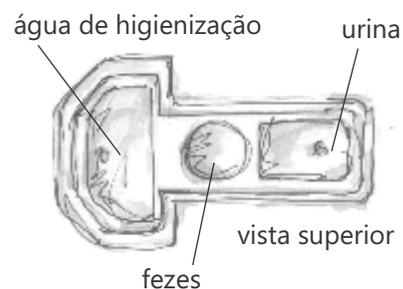
Usado em sanitários compostáveis, arborloo ou outros sistemas de armazenamento sem água.



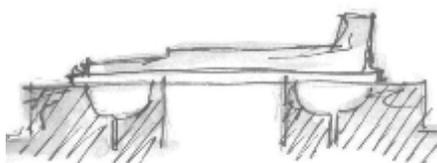
vista superior



vista lateral



vista superior



vista lateral

### Sanitário sem descarga com separação de urina com compartimento para água de higienização:

Algumas pessoas substituem o uso do papel higiênico pela higienização com água. Este modelo encaminha o efluente deste procedimento para sistemas simples de tratamento e disposição no solo.

fezes urina

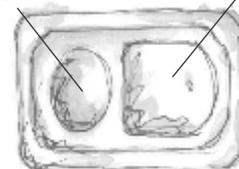


vista superior

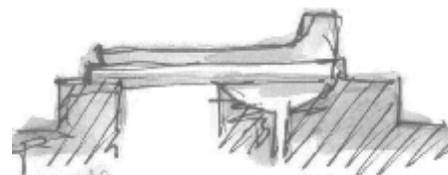


vista lateral

Fezes urina



vista superior



vista lateral

modelo para uso na posição de côcoras

### Sanitário sem descarga com separação de urina:

#### Saídas:

- fezes e material secante;
- urina.

Seu uso não é intuitivo, sendo necessária capacitação. Homens devem urinar sentados ou utilizar um mictório separado.

Existem modelos no mercado, mas também pode ser construído em fibra, cimento ou plástico.

A estrutura que separa fezes e urina não deve ser de metal, por causa da oxidação. Na instalação hidráulica garantir declividade maior que 1% e evitar ângulos agudos (90 graus).

A urina é armazenada pura, sem a adição de água. Pode-se utilizar borrifadores de água para remover as gotículas de urina do dispositivo de separação, a cada uso, evitando maus odores.

Para a limpeza, deve ser usada uma esponja ou pano úmido, evitando a entrada de água nesse sanitário. Também pode ser utilizado vinagre ou água quente em pequena quantidade.

# Mictórios



## Mictório com descarga:

**Saída:** água amarela

É o tipo de mictório mais utilizado, principalmente em banheiros públicos. Para otimizar o uso dos recursos, basta encaminhar o efluente para um sistema de infiltração superficial (fertirrigação de jardins e pomares).



## Mictório feminino adaptado:

Pode-se construir um mictório feminino de uso confortável adaptando um banquinho de plástico.

É feito um corte no assento do tamanho de um funil médio.

Encaixa-se o funil no orifício, para servir de câmara de coleta da urina.

Na extremidade do funil, conecta-se uma mangueira de jardim, que conduz a urina coletada para infiltração no solo ou para um recipiente de armazenamento, conforme descrito no capítulo seguinte.



## Mictório sem descarga:

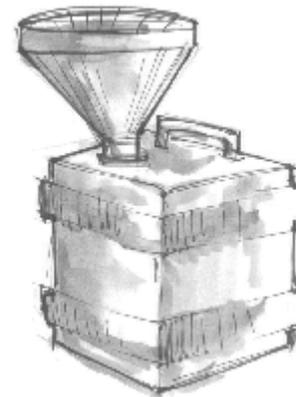
**Saída:** urina

O uso de mictórios permite a recuperação da urina para uso na agricultura como fertilizante.

Os mictórios sem descarga também contribuem para a economia de água e podem ser utilizados paralelamente a sanitários com descarga.

Pode-se utilizar borrifadores de água para remover as gotículas de urina do dispositivo de separação, a cada uso, evitando maus odores.

O mictório masculino também é de grande utilidade em banheiros com sanitários com separação de urina, nos quais não se pode urinar em pé.



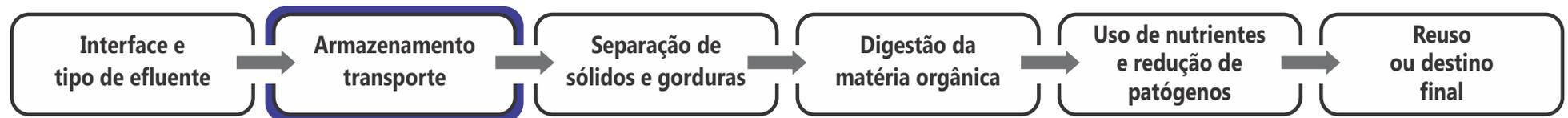
## Mictório masculino adaptado:

O mictório masculino pode ser montado apenas adaptando-se um funil na entrada do galão de armazenamento. Tanto no modelo masculino, quanto no feminino, a mangueira deve ir até o fundo do galão, evitando o retorno de odores.

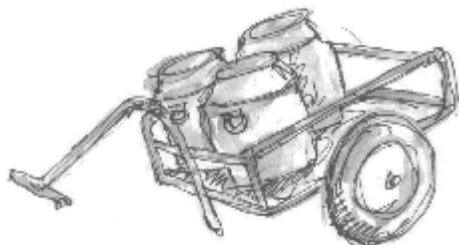
Os mictórios devem ser mantidos em cômodos ventilados adequadamente, para não ocorrerem maus odores pela liberação da amônia.



## Dispositivos de armazenamento e transporte



## Tambores para armazenamento - sanitário seco



Os tambores podem ser posicionados abaixo do sanitário seco, onde armazenam fezes, material secante e papel higiênico. Ideal para sistemas com separação de urina, para não gerar maus odores.

Após o preenchimento, é trocado por outro vazio. O material pode ficar compostando no próprio tambor ou ser levado para uma composteira especial.

## Armazenamento de urina



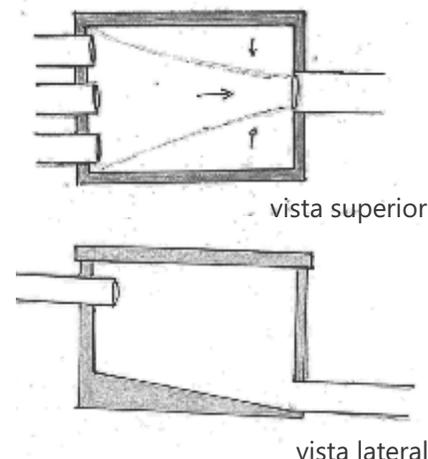
Nos casos de utilização da urina como fertilizante em plantios específicos, o armazenamento temporário permite o acesso quando necessário. A urina também pode ficar armazenada por alguns meses, com o objetivo

de neutralizar a presença de possíveis patógenos, pelo aumento do seu pH. O inconveniente do armazenamento é o aumento dos maus odores no momento do seu manuseio, por causa da volatilização da amônia.

Os recipientes de armazenamento podem ser de plástico ou fibra de vidro. Metal deve ser evitado por causa do pH. Recipientes menores facilitam o manuseio no momento da aplicação da urina no solo.

A tubulação de entrada de urina no recipiente deve ir até o fundo, evitando odores. Se estiver ligada numa instalação predial, usar tubulação de 100 mm com declividade de 1% para evitar entupimentos.

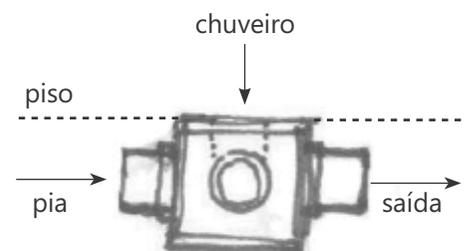
## Caixa de passagem



É utilizada para unir os efluentes de diversos aparelhos em apenas uma saída. Também utilizada para a saída da água negra da bacia sanitária e posterior direcionamento para o sistema de tratamento.

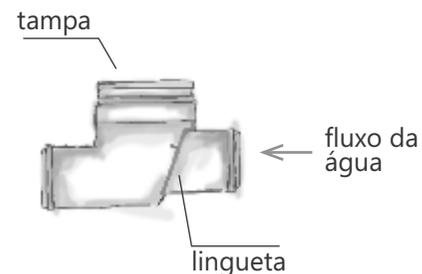
Recomenda-se que seja feita uma caixa de passagem separada para as águas cinza.

## Ralo sifonado



Sua função é juntar os diversos efluentes do banheiro, sem que haja retorno de odores pelo ralo. No entanto, o ideal, quando se pensa em aproveitamento dos efluentes, é projetar o sistema hidráulico já com a separação completa entre água cinza e água negra, evitando a junção através do ralo sifonado.

## Válvula de retenção

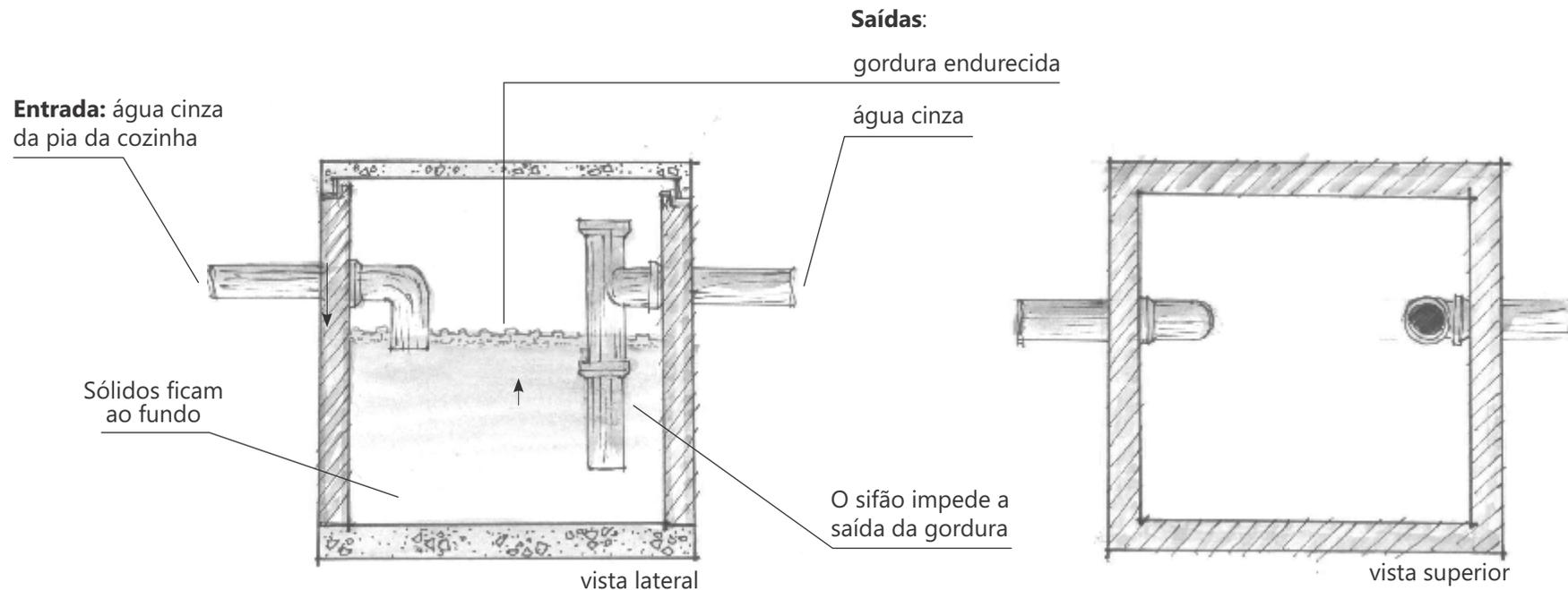


Impede o refluxo do efluente, em situações de entupimentos ou outros imprevistos, como chuvas intensas que sobrecarregam o sistema de tratamento. Também impede a entrada de insetos e roedores através da tubulação.

## Separação de sólidos e gorduras



# Caixa de gordura



**Descrição:** Utilizada para separação de gorduras, principalmente do efluente da pia da cozinha, evitando o entupimento de tubulações e sistemas de tratamento.

**Construção/montagem:** Podem ser compradas prontas ou construídas em alvenaria ou fibra de vidro.

**Funcionamento:** As gorduras, ao resfriarem, formam uma camada espessa acima da superfície da água (flotam). Os sólidos, por serem mais pesados, decantam ao fundo da caixa.

**Dimensionamento:** Seu volume deve ser proporcional à quantidade de refeições servidas no estabelecimento. Para uma

residência padrão, deve ter, no mínimo, 18 litros.

**Operação/manutenção:** Retirada da espuma pelo menos a cada 6 meses. A gordura pode ser enviada para a compostagem.

**Adequação:** Não é necessária quando o efluente for direcionado a sistemas envolvendo compostagem (Ex: círculo de bananeiras).

**Custo:** Baixo

**Tipo de mão de obra:** Simples

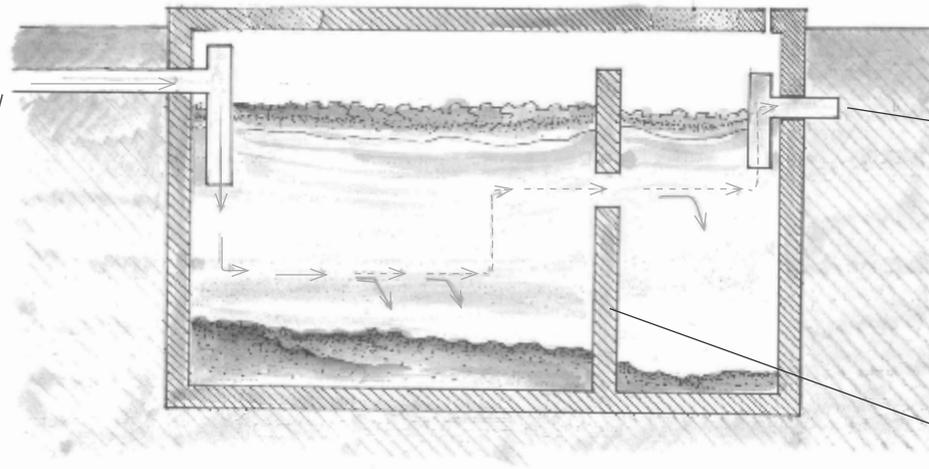
**Norma:** NBR 8160/1999

## Digestão de matéria orgânica



# Tanque séptico

**Entradas:** efluente da caixa de gordura, água negra, água marrom.



**Saídas:** efluente, que deve ser encaminhado a sistemas de pós-tratamento como zona de raízes, filtro anaeróbio, valas de filtração ou para a rede coletora de esgoto.

Pode ser feito com ou sem placas defletoras.

**Funcionamento:** Ao entrar no tanque, o esgoto bruto é conduzido à sua parte inferior, normalmente por uma placa defletora. Os sólidos se acumulam, formando o lodo de fundo, enquanto os materiais flutuantes e as gorduras formam a espuma. Uma placa defletora ou sifão impede a saída da espuma no efluente.

Uma parte dos patógenos é removida pela sedimentação: sólidos se depositam no fundo do tanque levando consigo bactérias, vírus, ovos de helmintos ou cistos de protozoários. O tempo de retenção do esgoto no tanque é importante para que ocorra a predação e morte natural dos patógenos. Quanto maiores o tempo de detenção e a temperatura, maior a redução de patógenos. Ideal 1 a 3 dias, a 35° C.

**Construção/montagem:** Os tanques sépticos podem ser construídos em concreto, alvenaria ou outro material que atenda às

condições de segurança, durabilidade, estanqueidade e resistência a agressões químicas dos despejos (NBR 7229/93).

**Operação/manutenção:** O lodo e a espuma devem ser removidos periodicamente para não comprometer o funcionamento do sistema.

**Adequação:** Instalações sanitárias que não permitem separação entre os tipos de efluentes. Adequado como parte de sistemas com tratamento terciário (remoção de patógenos e nutrientes) ou quando o efluente é enviado para a rede coletora de esgoto.

**Custo:** Médio

**Mão de obra:** Qualificada

**Norma:** NBR 7229/1993 e NBR 13969/1997

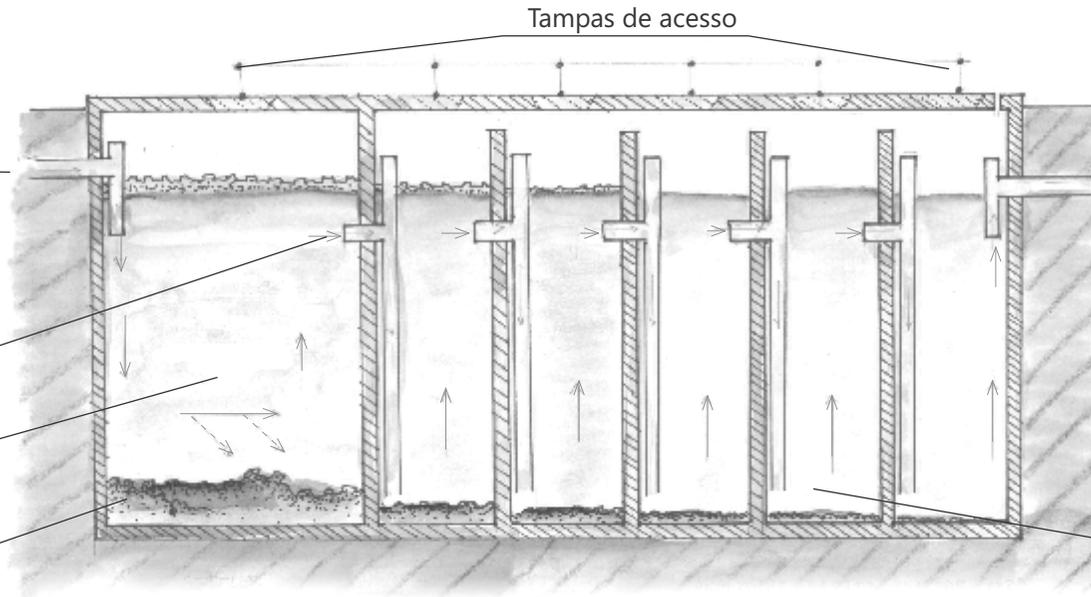
# Tanque séptico compartimentado

**Entradas:** efluente, água negra, água marrom, água cinza.

Para evitar a saída de escumas, a saída de cada câmara deve ser posicionada um pouco abaixo da superfície do líquido.

Zona de sedimentação

Lodo



**Saídas:** efluente, biogás e lodo (O efluente requer tratamento para patógenos e nutrientes).

As águas residuárias entram nas câmaras na parte inferior e necessitam passar através do lodo para mover-se acima e ao compartimento seguinte, ocorrendo um contato intensivo com a biomassa ativa no lodo.

**Descrição:** É um tanque séptico melhorado com uma série de câmaras de fluxo ascendente, que aumentam a eficiência do tratamento. Pode tratar uma vasta gama de águas residuárias, mas tanto o lodo como os efluentes ainda precisam de tratamento adicional para serem reutilizados ou descartados adequadamente. Citado no *Compendium of Sanitation Systems and Technologies* como "Anaerobic baffled reactor".

**Funcionamento:** Assim como nos tanques sépticos, ocorrem a sedimentação de partículas sólidas e a digestão anaeróbia do material orgânico. A maioria dos sólidos sedimentáveis é removida na primeira câmara, seguida de até 5 câmaras de fluxo ascendente.

Durante a digestão anaeróbia é produzido biogás, em pequenos volumes, que pode ser armazenado e reutilizado na cozinha. Caso o gás não seja recuperado, os tanques precisam ser ventilados para evitar a concentração de gases nocivos e com potencial combustível.

**Dimensionamento:** O tempo de detenção hidráulica deve estar entre 48 e 72 horas e a velocidade de fluxo ascendente abaixo de 0,6 m/h. O número de câmaras de fluxo ascendente varia de 3 a 6. A velocidade de fluxo aumenta com o aumento da altura do reator.

**Operação/manutenção:** Monitorar e retirar lodo e espuma para um adequado funcionamento. Evitar que sejam lançados produtos químicos no esgoto.

**Adequação:** Ideal para locais de clima quente. Resistente às variações de cargas aplicadas; não necessita de energia; baixos custos operacionais; vida útil longa; boa remoção de matéria orgânica carbonácea; baixa produção de lodo; necessita de pequena área, além de poder ser construído enterrado; baixa remoção de patógenos e nutrientes; requer tratamento do lodo; pode gerar fortes odores.

**Custo:** Alto

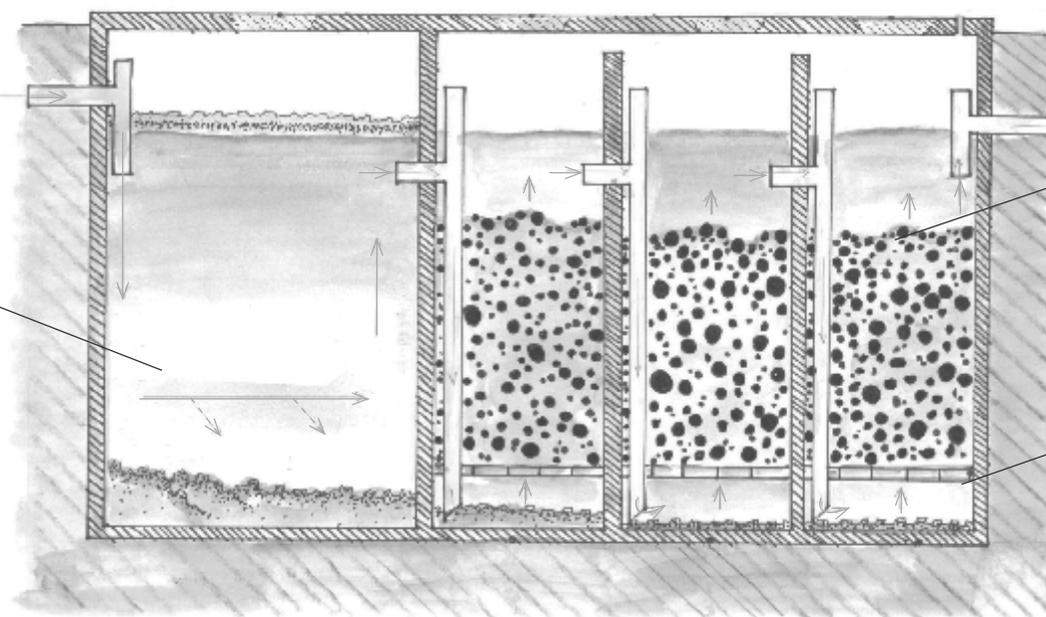
**Tipo de mão de obra:** Qualificada

# Filtro anaeróbico de fluxo ascendente

**Entradas:** água negra ou efluente proveniente de sistemas de pré-tratamento.

**Saída:** efluente

Zona de sedimentação



Filtro

Fundo falso

**Descrição:** Reator biológico com efluente em fluxo ascendente, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior com fundo falso, preenchida de meio filtrante submerso, onde atuam microrganismos facultativos e anaeróbios, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica.

**Construção/montagem:** O tanque deve ser construído em alvenaria de tijolos ou concreto, podendo ser adquirido pronto em concreto pré-moldado, em material plástico ou de fibra de vidro. O meio filtrante deve ser composto por pedras, anéis de plástico, anéis de bambu ou entulho cerâmico. Deverá ser executado fundo falso com furos, bem como instalados tubos furados para coleta do efluente e encaminhamento à saída do filtro.

**Dimensionamento:** A altura do material de enchimento é sempre fixada em 1,20 m. Tanto a altura acima do material de enchimento (nível da calha vertedora) quanto o fundo falso devem ter altura de 0,30 m, resultando numa altura total de 1,80 m, para qualquer volume de dimensionamento do filtro (NBR 13969/97).

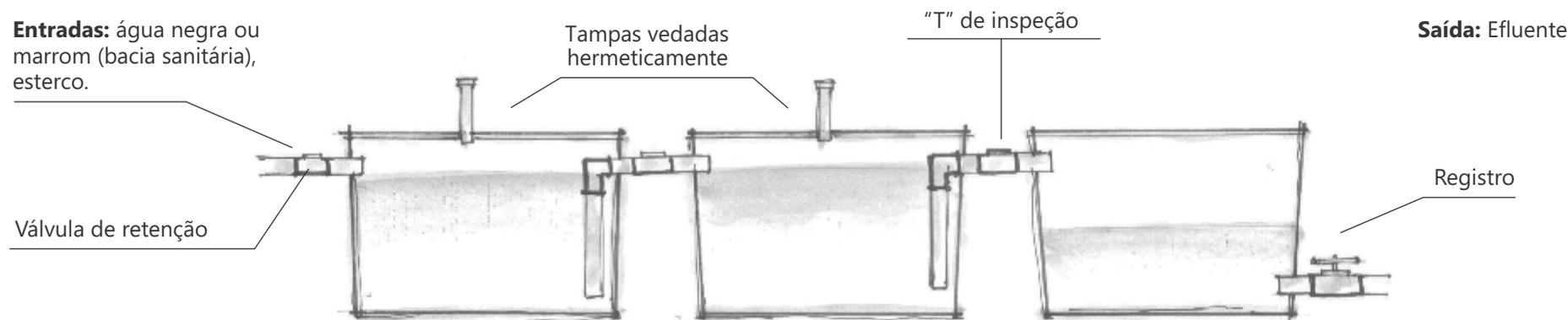
**Operação/manutenção:** Monitoramento e troca do meio filtrante, em caso de obstrução.

**Adequação:** Indicado como pós-tratamento de efluente de tanque séptico, antes da disposição no solo.

**Custo:** Alto

**Tipo de mão de obra:** Qualificada

# Fossa biodigestora



**Descrição:** A Fossa Séptica Biodigestora é um sistema proposto pela Embrapa, composto por três caixas coletoras enterradas no solo e interligadas entre si por tubos e conexões de PVC. Seu efluente pode ser encaminhado para fertirrigação subsuperficial.

**Construção/montagem:** As caixas coletoras podem ser de fibra de vidro, ferrocimento ou de manilha de concreto. Não usar caixas plásticas. Antes da primeira caixa é instalada uma válvula de retenção (pág. 26), onde será adicionado o esterco com água, periodicamente. As tampas das caixas são pintadas de preto e devem ficar expostas ao sol. As caixas são enterradas e vedadas para assegurar a manutenção de alta temperatura no interior. As duas primeiras caixas terão um suspiro instalado na tampa para o escape dos gases da digestão.

**Funcionamento:** Pela válvula de retenção, a mistura de esterco irá seguir para a primeira caixa, onde fermenta juntamente com as águas negras, reduzindo parcialmente os patógenos. O efluente final deve ser encaminhado para disposição no solo, através de valas de infiltração ou sistemas similares. Não deve ser utilizado para pulverização ou fertirrigação superficial, por apresentar

contaminação por patógenos, assim como todos os efluentes provenientes de sistemas anaeróbios.

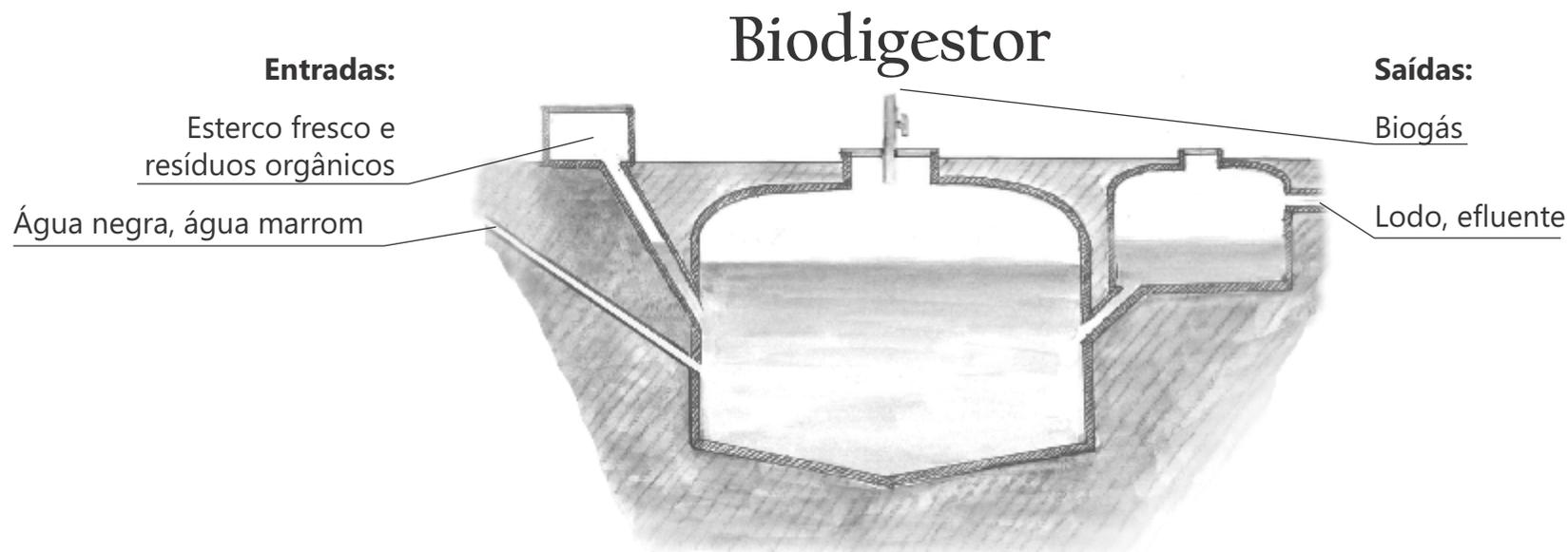
**Dimensionamento:** Cada caixa deve ter o volume de 1.000 litros. A distância mínima entre as caixas deve ser de 50 centímetros. As bordas superiores das caixas devem ficar no mínimo 5 centímetros acima do nível do solo.

**Operação/manutenção:** Uma vez ao mês, adicionar uma mistura de 10 litros de água e 10 litros de esterco fresco de bovinos, cabras ou ovelhas, através da válvula de retenção colocada antes da primeira caixa. Monitorar o bom funcionamento das fossas.

**Adequação:** Para áreas rurais ou urbanas, desde que haja espaço suficiente para uma adequada disposição final e uma fonte de esterco de animais.

**Custo:** Médio

**Tipo de mão de obra:** Qualificada



**Descrição:** Reator para produção de biogás e biofertilizante.

**Construção/montagem:** O modelo chinês é construído em alvenaria, com uma câmara de digestão e sobre ela uma abóbada para acúmulo do gás, que sai por uma tubulação regulada por um registro.

**Funcionamento:** A digestão anaeróbia da matéria orgânica no interior da câmara produz gases, principalmente o metano, que tem um alto potencial energético. A pressão do aumento do gás dentro da câmara empurra o efluente para a câmara de saída. Da mesma forma, o peso do líquido no acesso de saída empurra de volta o conteúdo da câmara, mantendo a pressão do gás constante.

O efluente final deve ser encaminhado para disposição no solo, através de valas de infiltração ou sistemas similares. Não deve ser utilizado para pulverização ou fertirrigação superficial, por apresentar contaminação por patógenos, assim como todos os efluentes provenientes de sistemas anaeróbios.

**Dimensionamento:** O tempo de detenção hidráulica deverá ser no mínimo de 15 dias para regiões de clima quente e 25 para regiões de

clima temperado. Em caso de alta concentração de patógenos recomenda-se 60 dias. A operação do biodigestor nas temperaturas de 50 à 57°C possibilita uma melhor redução de patógenos. O tamanho da câmara pode variar de 1000 L para residências com apenas uma família (4 a 5 moradores em média) e até 100.000 L para banheiros públicos (espaços públicos).

**Operação/manutenção:** Para iniciar a digestão, deve ser inoculado, adicionando-se esterco de vaca ou lodo de fossas sépticas. Os resíduos orgânicos utilizados como substrato devem ser triturados e misturados com água antes da alimentação.

A válvula e os condutos do biogás devem ser regularmente limpos, de modo que a corrosão e vazamentos sejam evitados.

**Adequação:** Locais com disponibilidade de esterco animal, Não é adequado para água cinza.

**Custo:** Alto

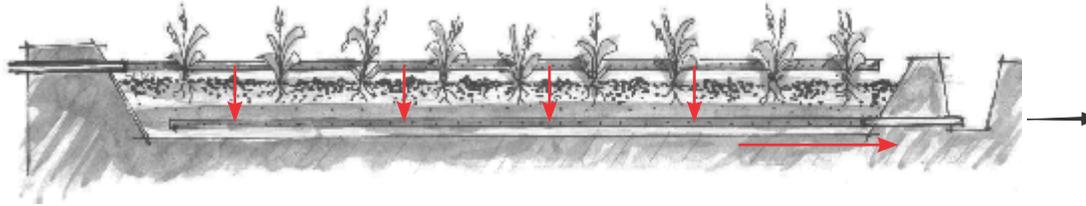
**Tipo de mão de obra:** Qualificada

## Uso de nutriente e redução de patógenos

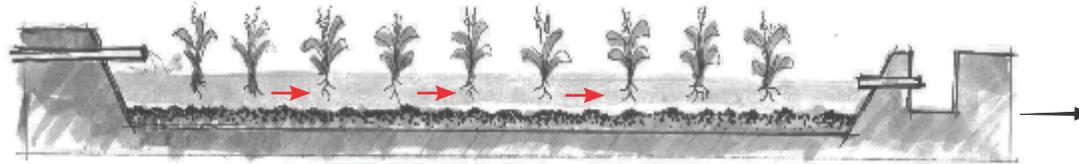


# Zona de raízes / Banhados / *Wetlands* construídos

**Entradas:** efluente de sistema de remoção de gorduras e sólidos, preferentemente originado de água cinza, efluente de sistema de digestão de matéria orgânica.

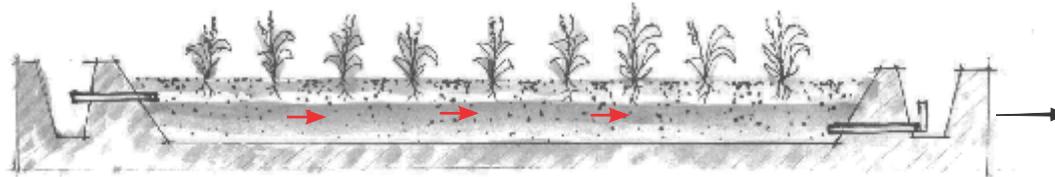


**Zona de raízes de fluxo vertical:** Efluente é distribuído ao longo da superfície do leito (composto por um meio filtrante), infiltrando verticalmente através da zona de raiz das plantas e escoando pela parte inferior.



**Zona de raízes de fluxo superficial:** A superfície da água fica exposta à atmosfera.

**Saídas:** biomassa das plantas e efluente, que pode ser utilizado para disposição no solo.



**Zona de raízes de fluxo subsuperficial:** O leito permanece alagado até um nível abaixo da superfície.

**Descrição:** São sistemas de tratamento projetados para reproduzir processos naturais (tais como pântanos e várzeas), usados em uma etapa de pós-tratamento. Para polimento de efluentes, ou seja, remoção de patógenos e nutrientes. No entanto, já existem várias modificações desta tecnologia, voltadas para o tratamento em si, visando também a remoção de matéria orgânica e outros poluentes.

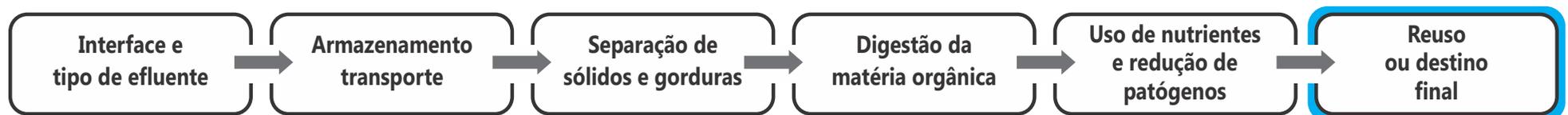
**Construção/montagem:** Tanque impermeabilizado, preenchido com um leito de material filtrante, também chamado substrato, que serve de suporte para plantas aquáticas. Os materiais mais utilizados são a brita (cascalho) ou areia. Vários materiais alternativos vêm sendo estudados dependendo da disponibilidade local. Por exemplo: caco de telha, casca de coco, casca de ostras e bambu, entre outros.

**Funcionamento:** As bactérias que se desenvolvem no meio filtrante e as raízes das plantas promovem a digestão da matéria orgânica, a remoção dos nutrientes, a remoção de patógenos e a retenção de sólidos.

**Operação/manutenção:** Manutenção das plantas, sempre que necessário, troca do meio filtrante se ocorrer entupimento.

**Adequação:** Os diferentes tipos de zonas de raízes podem ser combinados uns com os outros para aproveitar as vantagens específicas de cada um e obter melhor eficiência de remoção. A etapa de "separação de sólidos e gorduras" é indispensável para não ocorrerem entupimentos. Tecnologia ideal para quem tem interesse no cultivo de plantas.

## Reuso ou destino final



A disposição de efluentes tratados no solo pode ser uma boa fonte de água e nutrientes para cultivos e jardins. Pode ser feita por valas de infiltração ou tubulações de irrigação subterrâneas. Quando a infiltração é feita de maneira subsuperficial, a água percola horizontalmente, por capilaridade e pode ficar disponível para árvores e jardins numa área considerável.

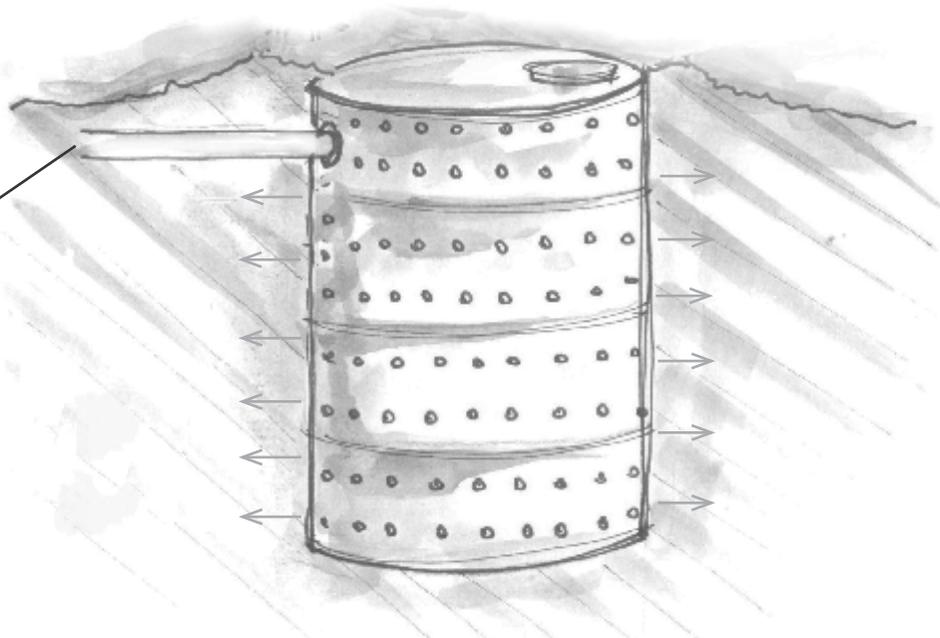
Os nutrientes são disponibilizados para as plantas por meio dos

processos de nitrificação e mineralização que acontecem nos sistemas de tratamento e no próprio solo.

Além da disponibilidade para as plantas, a disposição no solo promove a recarga de aquíferos. Se o lençol freático não for muito raso, a depuração feita pelas camadas de solo e subsolo é suficiente para garantir a qualidade da água subterrânea, de forma similar ao que acontece na natureza.

# Sumidouro

**Entradas:** efluente de tanque séptico ou outra forma de tratamento.



**Saída:** água para recarga de aquífero.

**Descrição:** O sumidouro é um poço que permite a penetração do efluente do conjunto séptico no solo. Em locais com lençol freático profundo, a disposição dos efluentes do sistema de tratamento em sumidouro permite a recarga de aquífero de forma segura.

**Construção/montagem:** Escavação e construção da parede com tijolos maciços ou blocos de concreto, mantendo-se espaços para passagem de líquido. Também pode ser feito com a justaposição de anéis pré-moldados de concreto, perfurados.

**Funcionamento:** O efluente é direcionado para o interior do sumidouro e vai infiltrando aos poucos pelo solo, dependendo da capacidade de percolação.

**Dimensionamento:** O diâmetro e a profundidade dos sumidouros dependem da quantidade de efluentes e do tipo de solo. Mas não

devem ter menos de 1 m de diâmetro e nem mais de 3m de profundidade. Quanto menor for a profundidade do sumidouro, maior será o armazenamento de água no solo, beneficiando as plantas ao redor.

**Operação/manutenção:** Não demanda operação e manutenção, mas é importante observar se os efluentes a serem infiltrados necessitam da etapa de "separação de sólidos e gorduras" para evitar entupimentos e/ou impermeabilização do solo ao longo do tempo.

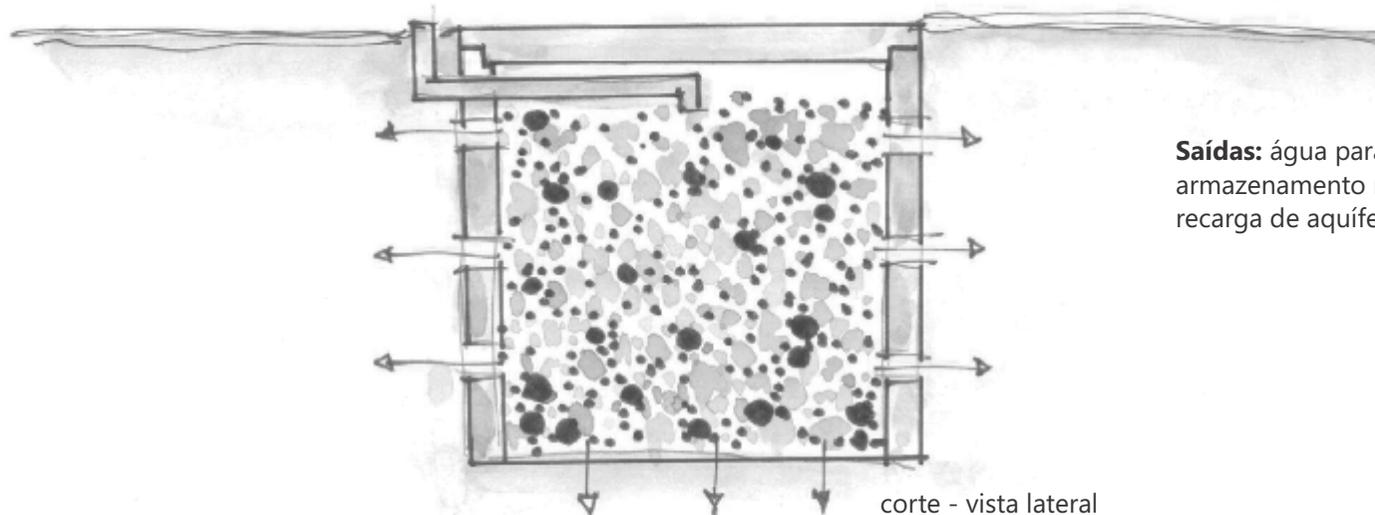
**Adequação:** Disposição final de efluente tratado, em locais com pouco espaço no terreno, quando a intenção é apenas a recarga de aquífero. Locais onde o lençol freático é baixo.

**Custo:** Baixo

**Tipo de mão de obra:** Simples

# Poço de infiltração

**Entradas:** efluente tratado, água cinza, água amarela.



**Saídas:** água para armazenamento no solo e recarga de aquífero.

**Descrição:** Semelhante ao sumidouro, mas é preenchido com pedras ou outro material filtrante. Ideal para vazões menores de efluentes e aplicação no solo em profundidades menores, com maior aproveitamento para armazenamento da água no solo, beneficiando plantas ao redor.

**Construção/montagem:** Escavação e colocação de manilhas perfuradas, sem fundo, preenchendo completamente o seu interior com pedras. Deve ser colocada uma tampa.

**Funcionamento:** O efluente penetra no interior do poço, é distribuído através das pedras e penetra no solo através dos orifícios da parede e pelo fundo. Se o volume de efluente for pequeno, pode haver condições de decomposição aeróbia de matéria orgânica, sendo indicado para tratamento de água cinza (com exceção da

água da pia da cozinha). Caso o volume seja grande, utilizar apenas para recepção de efluentes tratados.

**Operação/manutenção:** Não demanda operação e manutenção, mas é importante observar se os efluentes a serem infiltrados necessitam da etapa de "separação de sólidos e gorduras" para evitar entupimentos e/ou impermeabilização do solo ao longo do tempo.

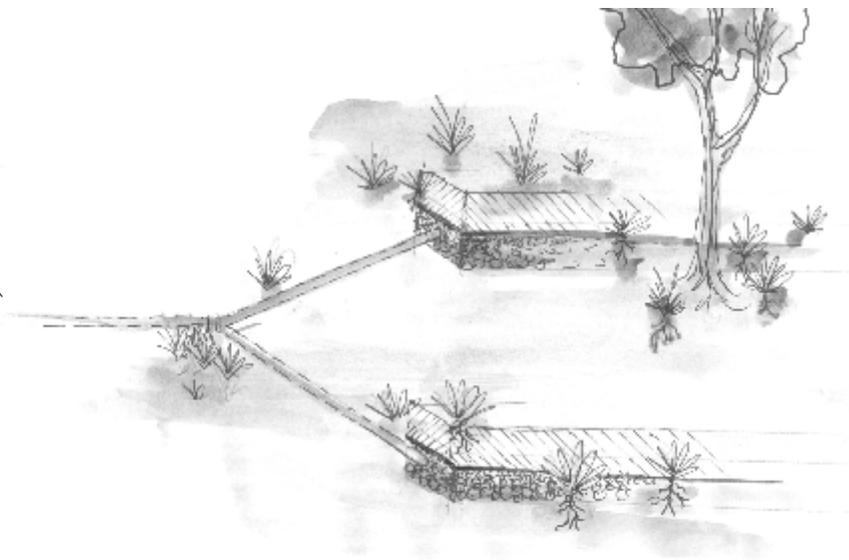
**Adequação:** O lençol freático deve estar abaixo de 1,5 m de profundidade.

**Custo:** Baixo

**Tipo de mão de obra:** Simples

# Vala de infiltração

**Entradas:** efluente tratado, água cinza, água amarela.



**Saídas:** água para recarga de aquífero e armazenamento de água no solo.

**Descrição:** Constituída por um conduto perfurado envolvido com pedras britadas e alinhados no interior de valas recobertas com solo da própria localidade de instalação. Utilizada para pós-tratamento e disposição no solo de efluentes de sistemas de tratamento.

**Construção/montagem:** Os tubos perfurados podem ser substituídos por varas de bambu paralelas ou tijolos furados alinhados na direção dos furos. O objetivo dessas estruturas é a de distribuição do fluxo no interior da vala. A vala deve ser preenchida com brita até a metade e coberta com solo. Entre o solo e a brita pode ser colocada uma manta geotêxtil, usada para drenagem de jardins.

**Funcionamento:** O conduto distribui o efluente ao longo da vala, propiciando sua infiltração subsuperficial. A eficiência do processo em remover nutrientes e patógenos da água para recarga de aquífero depende das características de cada solo.

**Dimensionamento:** Devem ser construídas pelo menos duas valas

de infiltração em paralelo e seu comprimento depende da capacidade de infiltração do solo. Pode ter cerca de 50 cm de profundidade e de largura. No entanto, para solos com maior dificuldade de infiltração, podem ser necessárias dimensões maiores.

**Operação/manutenção:** não demanda operação e manutenção, mas é importante observar se os efluentes a serem infiltrados necessitam da etapa de "separação de sólidos e gorduras" para evitar entupimentos e/ou impermeabilização do solo ao longo do tempo.

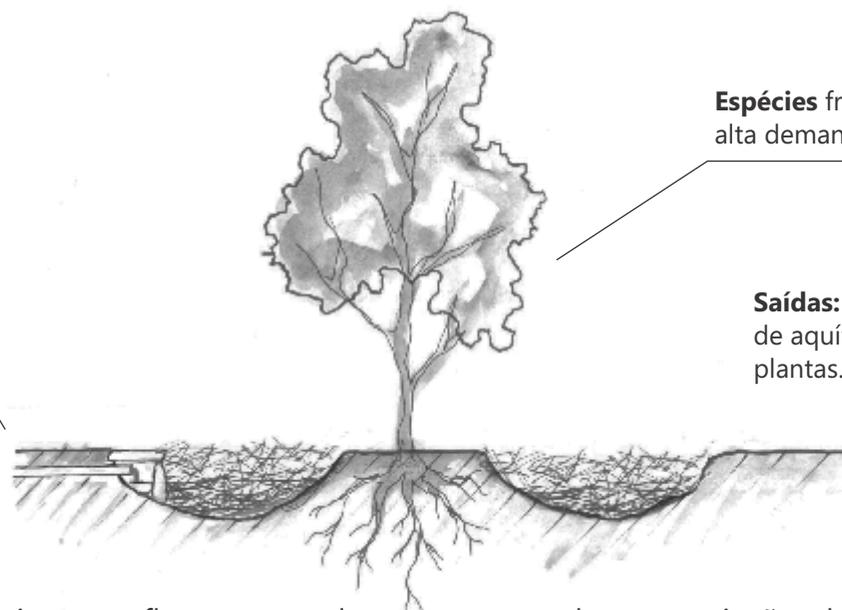
**Adequação:** Locais com área disponível, uso para aumentar o armazenamento de água no solo, importante para as plantas, principalmente frutíferas.

**Custo:** Baixo

**Tipo de mão de obra:** Simples

# Filtro de mulche

**Entradas:** pequenas quantidades de água cinza ou efluentes tratados.



**Espécies** frutíferas com alta demanda por água.

**Saídas:** água para recarga de aquífero, biomassa das plantas.

**Descrição:** Área de disposição de água cinza ou efluentes tratados para fertirrigação localizada de árvores. Uma cavidade suave ao redor da planta é preenchida com mulche (palhas e outros tipos de matéria seca orgânica), onde é disposto o efluente líquido.

**Construção/montagem:** Na saída da tubulação para o interior da cavidade de infiltração, pode ser colocada uma pequena câmara com pedras, para evitar entupimentos.

**Funcionamento:** A cavidade no solo facilita a infiltração do efluente e a camada de mulche mantém as condições ideais para o desenvolvimento de bactérias aeróbias que completam a digestão da matéria orgânica e disponibilizam os nutrientes contidos no efluente para as plantas.

**Dimensionamento:** Profundidade máxima de 50 cm, de acordo com a estrutura das raízes. O ideal é montar o sistema no momento em que a muda é plantada, evitando danificar as raízes escavando após o crescimento da planta. A área ocupada pela cavidade deve

acompanhar a projeção da copa da árvore, para uma melhor distribuição em relação às raízes absorventes da planta.

**Operação/manutenção:** Tratos culturais da planta, colheita de frutos, reposição superficial de mulche, que se decompõe e se incorpora naturalmente ao solo.

**Adequação:** É adequado para pequenas vazões, como de uma pia. Para vazões maiores, os efluentes podem ser distribuídos entre diversos sistemas como este, um para cada planta, o que pode aumentar o custo e a dificuldade da implantação, pelo excesso de tubulações a serem instaladas. Ideal para a irrigação de árvores que aumentam sua produção com o aumento da disponibilidade de água, como acerola e jacobinca. Requer caixa de gordura, se receber efluente da pia da cozinha.

**Custo:** Baixo

**Tipo de mão de obra:** Simples

# Círculo de Bananeiras

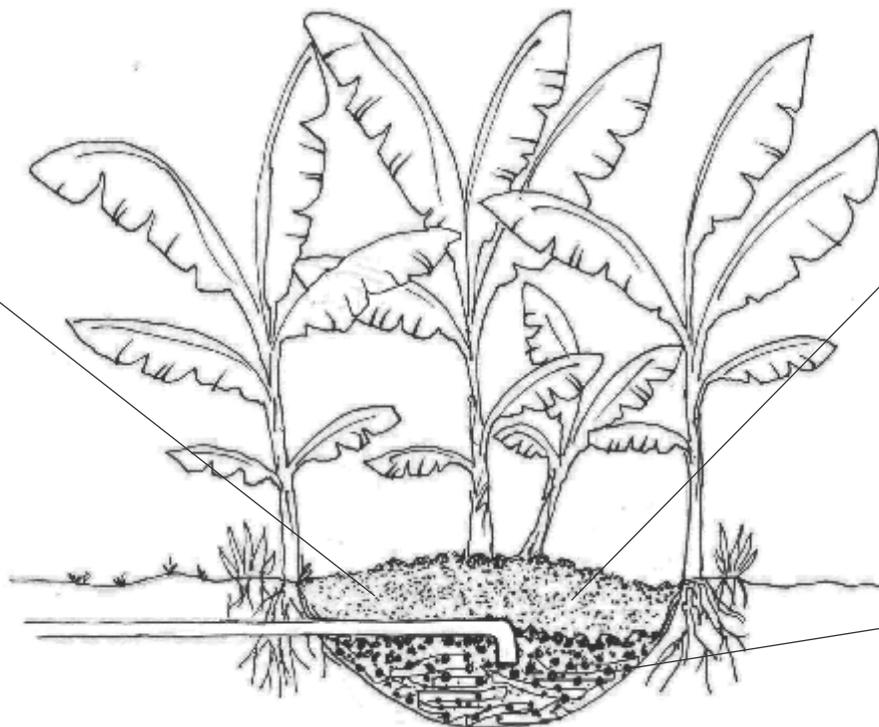
## Entradas:

Madeiras, folhas secas e palhas

Água cinza; água amarela

Tubo de entrada (100 mm)  
Declividade mínima de 2%

**Saídas:** composto orgânico,  
frutos, biomassa das plantas.



Preenchimento com madeiras, galhos, folhas e palhas, finalizando com as folhas, para melhor efeito estético.

Conforme os materiais do centro vão se decompondo, o nível da pilha vai baixando e novos materiais podem ser colocados.

Escavação em forma de bacia, para melhor aproveitamento da água pelas raízes.

**Descrição:** Escavação no solo em forma de bacia, preenchida com matéria orgânica de difícil decomposição, ao redor da qual se cultivam plantas com alta demanda por água, principalmente bananeiras.

**Funcionamento:** O efluente entra no sistema no centro do círculo. Os restos de alimentos e excesso de gorduras ficam retidos na camada de palha e madeira, onde ocorre a sua decomposição. A água e os nutrientes são absorvidos pelas raízes das plantas ao redor do círculo.

**Dimensionamento:** Diâmetro e profundidade máximos: 1 m. Pode ser necessário dividir os efluentes em mais de um círculo, dependendo do volume produzido e do tipo de solo. Espaço

mínimo de 4 m<sup>2</sup> de quintal para implantação.

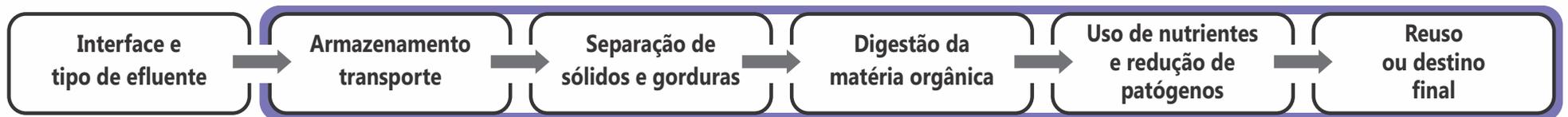
**Operação e manutenção:** Colheita das frutas, podas das plantas, adição de material orgânico (resíduos de podas); retirada de húmus.

**Adequação:** Tratamento e reuso de águas cinza, incluindo as da pia da cozinha, e águas amarelas. Não é recomendado para tratamento de águas negras. Pode ser usado como destino final de outros sistemas de tratamento, substituindo o sumidouro e a vala de infiltração. No caso de áreas sombreadas, substituir as bananeiras por taiobas e outras plantas não exigentes em luz.

**Custo:** Baixo.

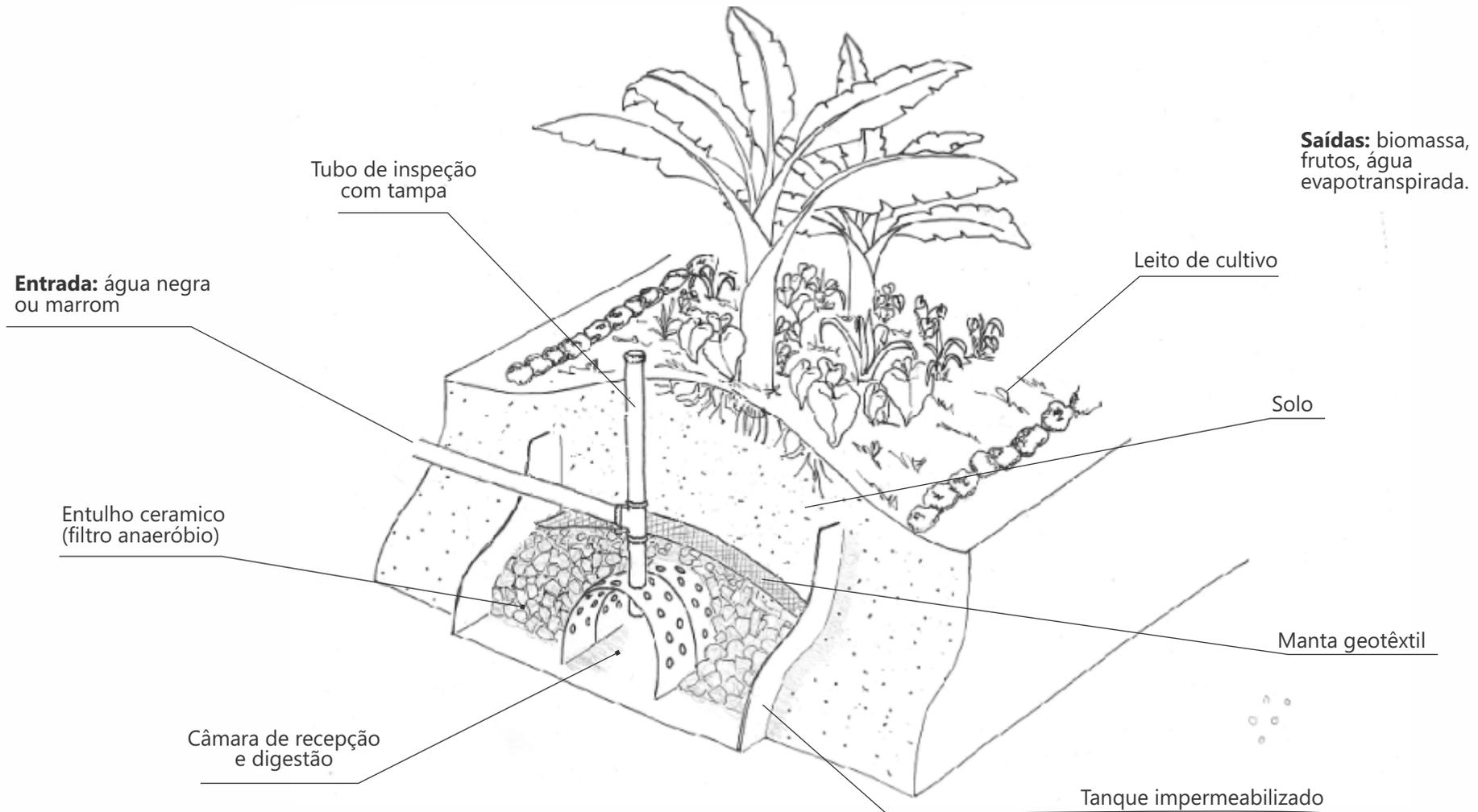
**Tipo de mão de obra:** Simples

## Sistemas Completos



# Tanque de evapotranspiração – TEvap

(Bacia de evapotranspiração – BET/ Canteiro Biossépatico/ Fossa verde)



**Descrição:** Consiste em uma câmara de recepção e digestão, filtro anaeróbio e zona de raízes de fluxo subsuperficial, em um único sistema, montado em um tanque impermeabilizado.

**Construção/montagem:** É feita uma escavação nas dimensões do tanque, impermeabilizada com estrutura de alvenaria, ferrocimento ou lonas resistentes, como geomembranas de PVC ou PEAD com espessura mínima de 1,5 mm. A câmara de recepção pode ser feita com a instalação de meias calhas de cimento pré-moldado perfurado, pode ser construída com tijolos furados ou montada através da justaposição de pneus.

O espaço ao redor da câmara é preenchido com entulho cerâmico até a altura de cerca de 50 cm. Acima desta camada é colocada uma manta geotêxtil (de drenagem), sobre a qual é sobreposta a camada de 60 cm de solo, que deve extrapolar as margens do tanque, unificando-se ao solo ao redor, compondo o leito de cultivo.

O tubo de entrada é ligado à câmara de recepção através de uma conexão em "T", juntamente com o tubo de inspeção de 100 mm. Na extremidade oposta do tanque, pode ser colocado um tubo para drenagem do excesso de efluentes, em casos de subdimensionamento do tanque ou locais muito chuvosos, sendo encaminhados os excedentes para uma vala de infiltração ou círculo de bananeiras.

As espécies ideais para cultivo no TEvap são bananeiras e outras plantas com crescimento rápido e alta demanda por água.

**Funcionamento:** A digestão da matéria orgânica e mineralização de nutrientes acontece na câmara de recepção e na camada de entulho cerâmico, onde se desenvolve um biofilme filtrante. O efluente rico em nutrientes é distribuído no solo por capilaridade e absorvido pelas plantas. A água é evaporada através do solo e das folhas, pelo mecanismo da evapotranspiração.

**Dimensionamento:** O tanque deve ter entre 1,00 m e 1,20 m de profundidade e área calculada em 2 m<sup>2</sup> por usuário, no caso de residências.

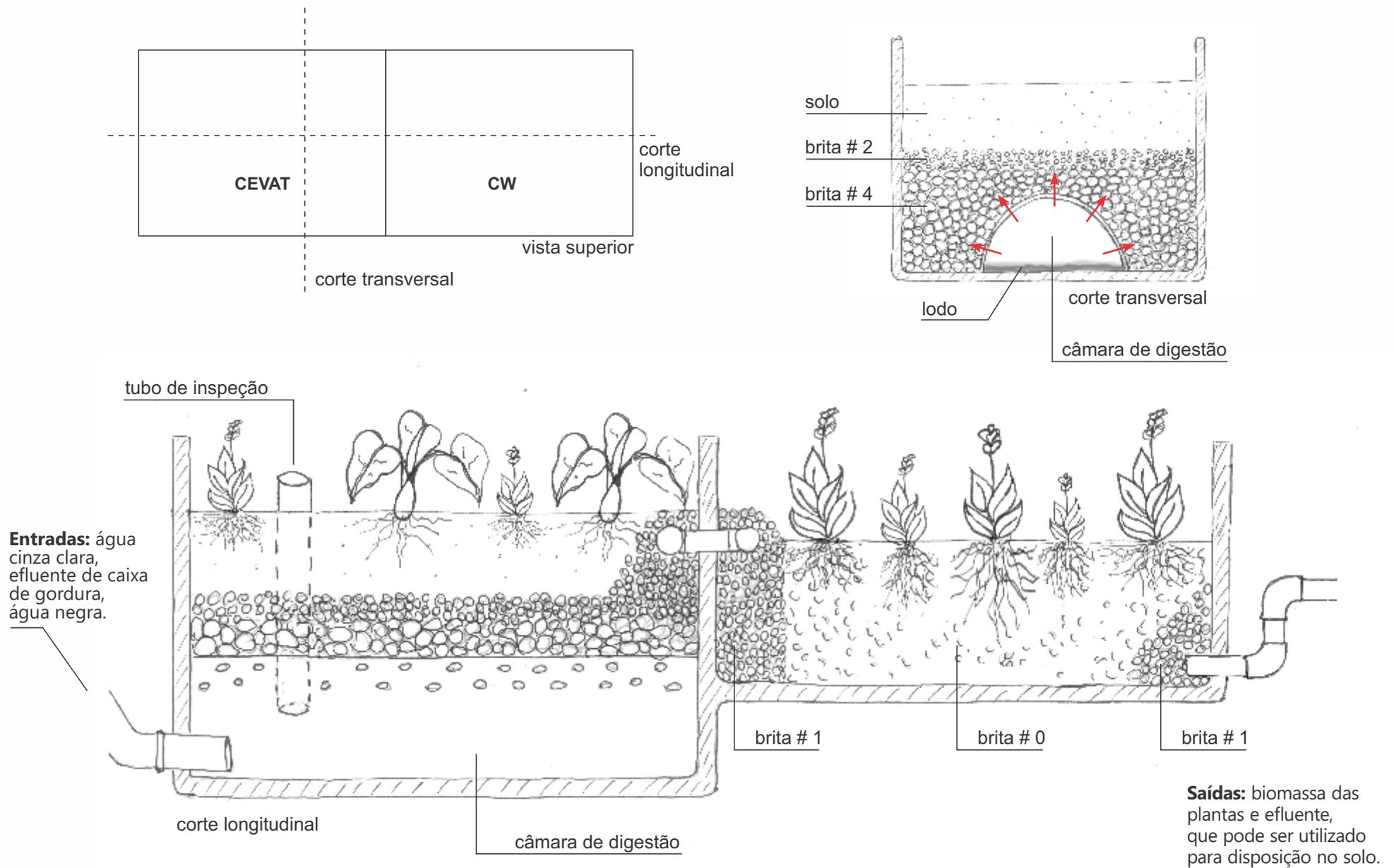
**Operação/manutenção:** Manutenção do jardim e colheita de frutos. Não necessita de descarga do lodo. O tubo de inspeção é mantido apenas por segurança e para pesquisas.

**Adequação:** Deve ser utilizado apenas para águas negras ou marrons, e pequenas quantidades de água cinza. Sua implantação depende da disponibilidade de espaço, mas pode ser utilizado como um jardim, aproveitando-se mesmo pequenos espaços urbanos. Tem boa aceitação por não produzir maus odores e não demandar muita manutenção.

**Custo:** Médio ou alto, dependendo do material escolhido para a impermeabilização e a disponibilidade de materiais de reaproveitamento, como pneus e entulho cerâmico.

**Tipo de mão de obra:** Qualificada

# Evapotranspiração e tratamento de água cinza clara - EvaTAC



**Descrição:** Consiste na combinação de um TEvap (página 44) adaptado, aqui chamado CEvaT, com um wetland construído (CW) de fluxo horizontal subsuperficial (página 36). É um sistema idealizado para o tratamento de água cinza clara, dispensando a etapa anterior de tratamento (tanque de sedimentação ou tanque séptico), tendo em vista que a CEvaT conta com uma câmara de digestão anaeróbia horizontal acoplada em seu interior.

**Construção/montagem:** É constituído de dois tanques impermeabilizados, em série, sendo o primeiro a CEvaT seguida pelo CW, responsável pelo polimento do efluente. Pode ser construído em fibra de vidro, alvenaria ou materiais alternativos, como sugerido para o TEvaP.

O meio filtrante sugerido para a CEvaT, do fundo para o topo é 0,4 m de pedra de mão (brita # 4), seguido de uma camada de 0,3 m de brita # 2, coberta com uma camada de 0,3 m de solo. Para o CW sugere-se o pedrisco (brita 0), sendo que na entrada e saída deve-se usar a brita # 1.

As plantas utilizadas podem ser as mesmas sugeridas para o TEvap e para os sistemas de zona de raízes. A saída do efluente (do fundo para o topo) deve ficar em torno de 0,8 m para a CEvaT e de 0,4 m para o *wetland* construído.

**Funcionamento:** Funciona com o mesmo princípio das duas tecnologias, com a diferença que não tem o objetivo de evapotranspirar todo o efluente.

**Dimensionamento:** Cada tanque deve ter no mínimo 1 metro de largura e pode ser instalado ao longo de muros e paredes. A CEvaT deve ter no mínimo 1,20 metro de profundidade com altura do leito em 1,0 m. O wetland construído, altura mínima de 0,7 m com altura do leito de 0,5 m. A princípio, em relação ao volume útil do EvaTAC, segue-se o dimensionamento como para um wetland construído de fluxo horizontal tratando esgoto doméstico, adaptando o comprimento do sistema, mantendo a largura e profundidades aqui indicadas para cada tanque.

**Operação/manutenção:** Manutenção das plantas, sempre que necessário. Pode ocorrer necessidade de esvaziamento da câmara de digestão anaeróbia, procedendo-se da mesma maneira que para um tanque séptico.

**Adequação:** Indicado para água cinza clara. No caso de água cinza escura ou esgoto doméstico sem separação deve ser instalada uma caixa de gordura para evitar entupimento nas perfurações da câmara de digestão anaeróbia e do leito da CEvaT. De qualquer maneira, a entrada de fibras têxteis e cabelos deve ser evitada (ver página 11). Esse sistema evita riscos de exposição ao usuário, podendo ser totalmente integrado ao jardim. A água tratada pode ser usada para irrigação de árvores frutíferas ou jardins, ou infiltrada no solo.

# Sanitário seco compostável

**Entradas:** fezes, urina, material secante, papel higiênico.



**Descrição:** Conjunto composto por bacia sanitária sem descarga e câmara para armazenamento, desidratação e compostagem das fezes, urina e material secante. Pode ser simples ou com duas câmaras. Neste caso, uma câmara é utilizada enquanto na outra acontece o repouso do material, por no mínimo 6 meses, antes da retirada para utilização agrícola. No caso de câmara simples, o material precisa ser removido periodicamente para um local apropriado para completar a compostagem. Pode ser feito com ou sem separação de urina. Mas é interessante manter um mictório no local, porque a entrada excessiva de urina na câmara pode provocar maus odores

**Construção/montagem:** As câmaras são construídas em alvenaria, com 45° de inclinação, cobertas com uma chapa metálica pintada de preto. É instalada uma chaminé, também pintada de preto. A cabine onde se encontra a bacia sanitária pode ser construída de materiais diversos.

**Funcionamento:** A circulação de ar na câmara promove a desidratação do material e neutralização de patógenos.

**Operação/manutenção:** A cada uso, as fezes são cobertas com uma mistura de materiais secantes, sobretudo serragem. Esta retém os maus odores, controla a umidade e ajuda a promover a aeração do material. A cada ano, o conteúdo de uma das câmaras é removido e pode ser utilizado para aplicação no solo.

**Adequação:** Pode ser implantado em áreas rurais e urbanas, especialmente recomendado para locais com pouca disponibilidade de água, em solos encharcados e quando existe uma demanda por composto orgânico para plantios.

**Custo:** Médio ou alto, dependendo dos materiais utilizados na construção da cabine do banheiro.

**Tipo de mão de obra:** Qualificada

# Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-7229**: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR-8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - projeto e execução. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR-13969**: Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. Brasília, 2006.

ESREY S.A.; GOUGH J.; RAPAPORT D.; SAWYER R.; SIMPSON-HÉBERT M.; VARGAS J.; WINBLAD U. **Ecological Sanitation**. SIDA, Stockholm, 1998. FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Tecnologia Social – Fossa Séptica Biodigestora**. Brasília, 2010.

FBB. **Tecnologia Social, Fossa Séptica Biodigestora**. Saúde e Renda no Campo. Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2010.

GALBIATI, A. F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração** UFMS - Campo Grande, 2009.

GROSS, A., Shmueli, O., Ronen, Z., & Raveh, E. **Recycled vertical flow constructed wetland (RVFCW) - a novel method of recycling greywater for irrigation in small communities and households**. Chemosphere, 2007. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.06.006>>.

GROSS, A., Maimon, A., Alfiya, Y., & Eran Friedler. **Greywater Reuse**. CRC Press. 2015.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A., **Tratamento de Esgotos Domésticos**. ABES, 6ª ed, Rio de Janeiro, 2011.

MASSOUD, M. A., Tarhini, A., & Nasr, J. A. **Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries**. *Journal of Environmental Management*. 2009. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.07.001>>.

MATOS, C., Pereira, S., Amorim, E. V, Bentes, I., & Briga-Sá, A. **Wastewater and greywater reuse on irrigation in centralized and decentralized systems--an integrated approach on water quality, energy consumption and CO2 emissions**. *The Science of the Total Environment*, 2014.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

MORGAN, P.; EcoSanRes (Editor): **Toilets That Make Compost**. Stockholm, 2007.

SILVA, J. B. **Wetlands construídos modificados para tratamento e reúso de água cinza**. Campo Grande, 2016. 182p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil, 2016.

SILVA, W. T. L. **Saneamento básico rural** – Brasília, DF: Embrapa, 2014.

OTTERPOHL, R. **Black, brown, yellow, grey- the new colors of sanitation**. *Water* 21, 2001.

TILLEY, E.; ULRICH, L.; LUETHI, C.; REYMOND, P.; ZURBRUEGG, C. **Compendium of Sanitation Systems and Technologies 2nd Revised Edition**. EAWAG. Switzerland, 2014.

USEPA. **Guidelines for Water Reuse**. Development, 26 (September), 252, 2012.

VON SPERLING M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. UFMG, 2005.

WERNER, C.; PANESAR, A.; RUD, S.B.; OLT, C.U. **Ecological sanitation: principles, technologies, and project examples for sustainable wastewater and excreta management**. Desalination. 2009.

WINBLAD, U.; SIMPSON-HÉBERT, M. **Ecological Sanitation – revised and enlarged edition**. Stockholm Environment Institute – SEI, Stockholm. 2004.

WHO. World Water Day 2008 – **Theme: Sanitation Matters: 5 Steps for Planning and Evaluating World Water Day Activities**, World Health Organization, 2008.

WHO. World Health Organization. **Animal Waste, Water Quality and Human Health**, 2012. Disponível em: <[www.who.int/iris/bitstream/10665/75700/1/9789241564519\\_eng.pdf](http://www.who.int/iris/bitstream/10665/75700/1/9789241564519_eng.pdf)>.

## Sites consultados

<http://www.setelombas.com.br/2010/10/bacia-de-evapotranspiracao-bet/>

[http://habitat3.org/wp-content/uploads/commit\\_files/zPIfHnM3JeC2v2wQk0.pdf](http://habitat3.org/wp-content/uploads/commit_files/zPIfHnM3JeC2v2wQk0.pdf)

<https://sitioaltoparaiso.wordpress.com/2014/06/26/comoestao-nossos-efluentes/>

<http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/08/Modelo-de-Projeto-basico-de-habitacao-de-3-quartos-hidrosanitario-2.pdf>

<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/wastewater-treatment/hardware/semi-centralised-wastewatertreatments-8>

[http://www.samsamwater.com/library/Smart\\_Sanitation\\_Solutions.pdf](http://www.samsamwater.com/library/Smart_Sanitation_Solutions.pdf)

<http://pt.slideshare.net/charlessousa192/manual-saneamentofunasa>

[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/saneamentodomiciliar\\_manual\\_de\\_instrucoes\\_de\\_uso\\_dasmsd.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/saneamentodomiciliar_manual_de_instrucoes_de_uso_dasmsd.pdf)

<http://www.setelombas.com.br/2006/10/circulo-de-bananeiras/>

<http://www.ambientaldaterra.com.br/circulo-de-bananeiras/>

[http://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/MORGAN%202007%20Toilets%20that%20make%20compost.pdf](http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/MORGAN%202007%20Toilets%20that%20make%20compost.pdf)

## Equipe técnica

### **Autores**

Paula Loureiro Paulo

Adriana Farina Galbiati

Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho

### **Equipe de Pesquisa**

Dra. Paula Loureiro Paulo - UFMS - coordenadora

Dra. Adriane Angélica F. S. L. de Queiroz

Me. Adriana Farina Galbiati

Me. Márcia Loureiro Paulo

Dr. Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho

Me. Priscila de Moraes Lima

Me. Laís Luna

Dayana Medeiros Garcia

Leticia Queiroz

Zara Jacques Bulhões

Isabela Klein

### **Ilustrações**

Wendell Ramires dos Santos Benevides

Erika Galbiati Carvalho

### **Editoração e Arte Final**

Erika Galbiati Carvalho

Gráfica e Editora Espaço



**FUNASA**  
Fundação Nacional de Saúde  
[www.funasa.gov.br](http://www.funasa.gov.br)



Paula Loureiro Paulo  
Adriana Farina Galbiati  
Fernando Jorge Correa Magalhães Filho

Grupo de pesquisa em saneamento focado em recursos-UFMS