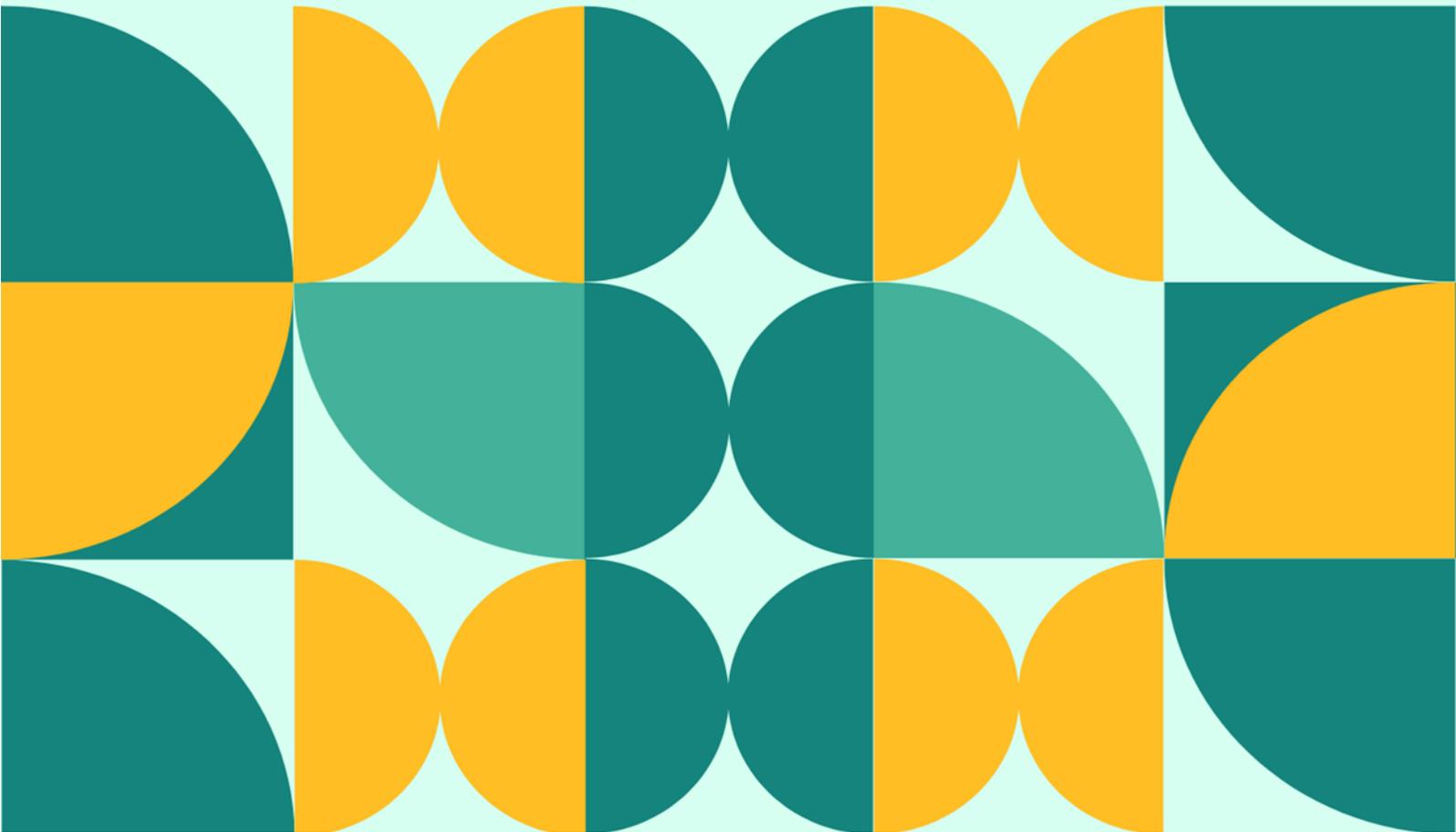




PREFEITURA  
**ARAÇOIABA DA SERRA**

# **APOSTILA DE SANEAMENTO ECOLÓGICO**

## **Tanque de Evapotranspiração**



**Araçoiaba da Serra**

**2024**

# Tanque de Evapotranspiração (TEvap)

## Efluente da bacia sanitária

O TEvap (Tanque de Evapotranspiração) é um sistema de tratamento de esgoto que serve tanto para tratar, quanto para reaproveitar a água e os nutrientes contidos no esgoto da bacia sanitária.

É importante evitar que nutrientes presentes no esgoto cheguem aos corpos d'água, pois quando isso acontece, se favorece a ocorrência de um fenômeno poluente conhecido como eutrofização artificial. A eutrofização se configura na proliferação exacerbada de algas e plantas aquáticas, que resultam no assoreamento de rios e lagos e na redução, por vezes drástica, do oxigênio disponível à fauna, afetando a biodiversidade local.

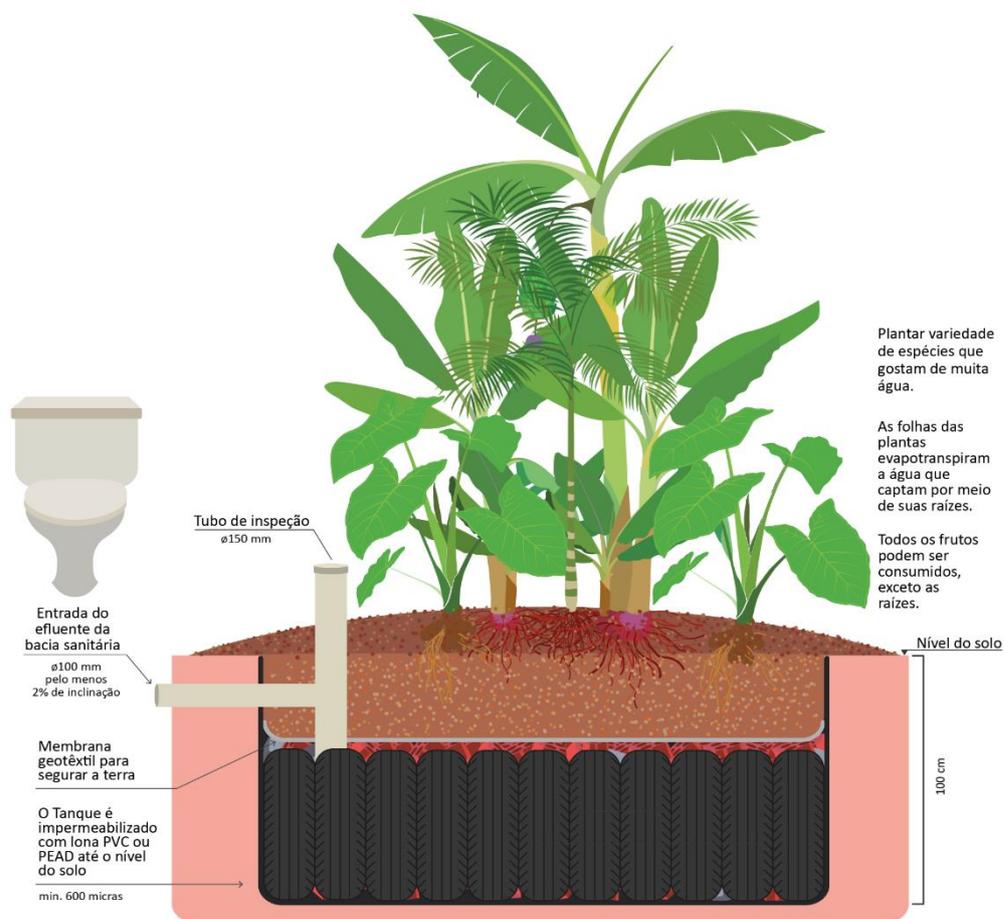
No TEvap, plantas específicas são plantadas com o objetivo de absorver nutrientes como nitrogênio e fósforo, assim como a água, que é toda evaporada pelo solo e pelas folhas das plantas. A transpiração da água absorvida pelas plantas através de suas folhas é um processo conhecido como “evapotranspiração”. Assim, elas funcionam como uma bomba de água para a atmosfera. Da constituição do esgoto da bacia sanitária, cerca de 99,9% é água, e apenas 0,1%, representam sólidos de natureza orgânica e inorgânica.

O esgoto da bacia sanitária também tem grande potencial de contaminação do lençol freático, por isso deve ser separado das águas cinzas da casa (águas da máquina de lavar, chuveiros e pias), e tratado em separado em um sistema impermeabilizado. No TEvap, os contaminantes presentes no esgoto ficam retidos na parte inferior do tanque e no solo, e não são absorvidos pelas plantas, por causa da filtragem que acontece nas raízes.

## 1. FUNCIONAMENTO

O tratamento acontece com a retenção e digestão do material sólido, complementado pela filtração oferecida pelo solo. A digestão da matéria orgânica, realizada por microorganismos, libera os minerais que são absorvidos como nutrientes para o desenvolvimento das plantas, que podem ser ornamentais ou frutíferas. A água evapora do solo e evapotranspira pelas folhas das bananeiras. Cada bananeira, de acordo com a insolação local, pode evapotranspirar cerca de 15 a 80 litros de água por dia.

**Figura 1.** Tanque de Evapotranspiração – Tevap.



Fonte: Ilustração de Patrícia Yamamoto.

## 2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

O sistema tem profundidade fixa de 1 metro, podendo variar no comprimento e largura. Esta variação se dá de acordo com o número previsto de usuários, adotando-se, como padrão, a medida de 2m<sup>2</sup> por morador.

Sugere-se a área mínima de 10 m<sup>2</sup> para sistemas unifamiliares (2m de largura e 5m de comprimento), pois ainda que o número de usuários do sistema possa ser inferior a 5 pessoas, é preciso considerar o recebimento de visitas ou até mesmo o aumento no número de usuários ao longo do tempo, seja por acréscimo de membros da família ou repasse do imóvel.

## 3. CONSTRUÇÃO

### Separação das águas

O sistema hidráulico de esgoto da residência deve ser projetado com separação da água da bacia sanitária das águas cinzas (águas da máquina de lavar, chuveiros e pias). Assim, o esgoto da bacia sanitária é conduzido e tratado isoladamente neste sistema impermeabilizado. A água cinza, por sua vez, deve ser encaminhada para sistemas de tratamento mais simples, como círculo de bananeiras. Essa estratégia reduz o custo de implementação, visto que se as águas cinzas fossem direcionadas ao TEvap, o dimensionamento do sistema precisaria ser muito maior.



**Imagem 1.** Separação do encanamento do esgoto da bacia sanitária e de águas cinzas. Fonte: acervo prefeitura (oficina de saneamento ecológico realizado em março/2024 no Pq. Castelinho).

## **Localização**

O TEvap deve ser construído em uma área abaixo da saída do esgoto, mantendo, no mínimo, 2% de declividade na tubulação. A área da construção deve ser o mais plana possível, para facilitar a implantação.

Quanto maior a incidência de sol nas bananeiras, maior será a quantidade de água evapotranspirada por elas. Assim, recomenda-se a implementação em local com a maior incidência solar possível ao longo do dia.

## **Escavação**

Para a instalação do TEvap, é feita uma escavação do tamanho exato do tanque, que pode ser feito manualmente ou com auxílio de uma retroescavadeira. Se o buraco ficar maior do que as dimensões do tanque, o tamanho da lona a ser colocada para impermeabilização deverá ser proporcionalmente maior. Assim, é melhor que o buraco fique menor, e seja finalizado manualmente para chegar à correta medida, do que maior. Realizada a escavação, é preciso compactar a terra no fundo do tanque.

Outro cuidado na preparação do local, é que a borda do TEvap seja totalmente nivelada. A correção do nível pode ser feita conforme o tanque for sendo preenchido. Para isso, no início do processo, são colocadas estacas de madeira nos vértices da escavação, e feita a definição do nível da borda, tendo como referência a parte mais alta e colocada uma linha de pedreiro como referência.

## **Colocação da lona**

O tanque é impermeabilizado com lonas próprias para tanques e silagem, com espessura mínima de 500 micra, também podendo ser usadas 3 camadas de uma lona com 200 micra, o que diminui o custo de implantação.

Para calcular o tamanho da lona, considera-se 3 metros a mais na largura e no comprimento, o tamanho total é multiplicado por 3 camadas. O tamanho final da lona terá 3 vezes a largura ou 3 vezes o comprimento, dependendo da largura da lona encontrada no mercado. Exemplo: TEvap de 5m x 2m. Dimensões de cada camada da lona: 8m x 5m. Dimensão total da lona a ser adquirida: 8m x 15m ou 5m x 24m.

Para colocação da lona de 200 micra, se faz primeiramente sua dobra em 3 camadas, para depois posicioná-la na escavação, deixando uma sobra de meio metro em cada uma das bordas do tanque. Os

limites da lona devem coincidir com a linha de nível colocada no início. O excesso de lona é removido ao final do preenchimento.

Existem TEvaps cuja impermeabilização é realizada em alvenaria, mas dada a inflexibilidade e possibilidade de rachaduras, opta-se pela lona nas especificações acima para a finalidade de impermeabilização do sistema.



**Imagem 2.** Abertura, medição, corte, dobramento e colocação da lona. Fonte: acervo prefeitura (oficina de saneamento ecológico realizado em março/2024 no Pq. Castelinho).

## Descrição das camadas de preenchimento

O preenchimento é feito com entulho cerâmico e uma câmara de recepção do esgoto que pode ser feita pela justaposição de pneus. Estes materiais cumprem perfeitamente as funções no sistema e o seu reaproveitamento ajuda na gestão de resíduos da comunidade.

Acima da camada de entulho é colocada uma manta geotêxtil de drenagem, e acima dela é colocado terra (terra retirada da escavação). Essa terra servirá de base para o plantio das bananeiras e outras espécies, ornamentais e comestíveis, desde que as partes consumidas não tenham contato com o solo.

## Forma de realizar o preenchimento

Depois de ajustada a lona, forma-se a câmara de recepção do efluente com pneus em pé e justapostos, formando um túnel. Ao lado dos pneus vão sendo colocados os pedaços de entulho, assentados de forma que as partes pontiagudas não fiquem próximas à lona, evitando rasgos. As peças são dispostas formando vãos entre elas, que serão preenchidos com a água. Essa camada de entulho vai até a altura de 50 cm próximo à borda e até cobrir os pneus no centro.

Antes de completar a camada de entulho, são inseridos os tubos de PVC de 100 mm para a entrada do esgoto e para o tubo de verificação/inspeção, conforme demonstrado nas Figuras 1 e 2. Não é necessário furar os pneus. Basta colocar os tubos entre os pneus.

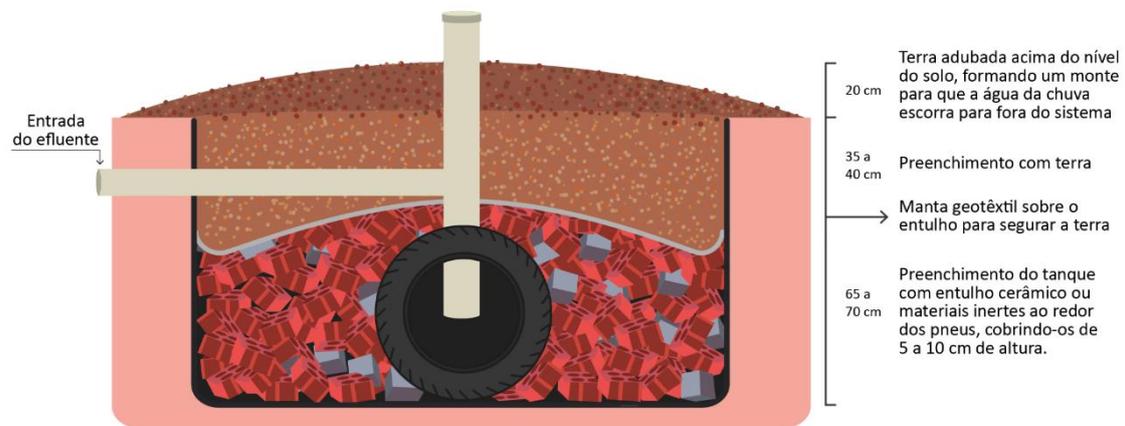
Acima da camada de entulho é colocada uma manta geotêxtil de drenagem e acima dela, a camada de terra, que deve extrapolar as margens do tanque em 50 cm, e ser constituída de forma abaulada, sendo o ponto mais alto o centro, e os mais baixos unificando-se ao solo ao redor, compondo o leito de cultivo.

Em caso de locais muito chuvosos, pode-se acrescentar um tubo de drenagem um pouco abaixo do nível do solo, encaminhando possíveis excedentes de efluentes para uma vala de infiltração ou sumidouro horizontal.



**Imagem 3.** Colocação dos pneus, entulho inerte, tubo de descarga, tubo de inspeção, bidim e terra. Fonte: acervo prefeitura (oficina de saneamento ecológico realizado em março/2024 no Pq. Castelinho).

**Figura 2.** Tanque de Evapotranspiração – Tevap.



[Corte - vista frontal, sem as plantas]

Fonte: Ilustração de Patrícia Yamamoto.

## **Plantio**

As espécies ideais para cultivo no TEvap são bananeiras e outras plantas com crescimento rápido e alta demanda por água. Num sistema padrão de 10m<sup>2</sup>, pode ser realizado o plantio de 3 bananeiras.

Deve-se evitar o plantio de árvores, tanto no interior quanto ao redor do TEvap, porque as raízes podem danificar a lona.

Não se deve plantar espécies cujas partes comestíveis fiquem em contato com a terra, para evitar contaminação. Frutos e folhas que não tenham contato com o solo podem ser consumidos normalmente.

Importante que as mudas de bananeiras sejam de qualidade, podendo ser usada a muda inteira, ainda pequena, se estiver saudável e forte, ou apenas o seu rizoma. Assim, seguem dicas relevantes de como fazer mudas de bananeira. Os rizomas devem ser tratados conforme foto abaixo:



Fonte: Adaptado de <https://www.mfrural.com.br/detalhe/267738/mudas-banana-terra-valenca-bahia-73>

Com uma faca ou facão, limpe bem a “batata” da bananeira, cortando todas as raízes, eliminando a terra grudada e os brotos (chifrinhos) iniciais. Com a muda limpa, observe se há manchas escuras na batata. Se houver, retire a parte contaminada, porque essas manchas podem significar a presença de doenças ou pragas. No plantio, coloque a muda dentro do berço com a primeira metade da terra retirada; centralize e acomode bem a muda no fundo do berço. A muda deve ser plantada de “ponta-cabeça” ou “deitada” de modo a formar o rizoma que estruturará a primeira bananeira. Em seguida, cubra toda a muda com a segunda metade da terra. Deixe o solo do entorno firme, de modo a evitar buracos vazios junto às raízes. Isso não deixa acumular água das chuvas, o que apodrecerá as raízes, resultando na perda da muda.

#### 4. MANEJO/MANUTENÇÃO

A manutenção se resume ao manejo das bananeiras e colheita de frutos. Normalmente não é necessária a remoção de lodo, se bem dimensionado e implementado, o sistema se autorregula.

Ao manejar o solo do TEvap, deve-se ter em mente que existe possibilidade de contaminação, pelo contato com o efluente da bacia sanitária, devendo-se ter os cuidados de usar luvas, botas e higienizar as ferramentas e equipamentos de proteção individual após o uso.

## LISTA DE MATERIAIS

### FERRAMENTAS:

1. Enxadas
2. Enxadões
3. Pás redondas
4. Pá de ponta
5. Facão afiado
6. Cavocate
7. Linha de pedreiro
8. Carrinhos de mão
9. Luvas
10. Serrinha para cano
11. Trena
12. Mangueira de nível
13. Marreta

### MATERIAIS:

1. Separar 5m<sup>3</sup> de terra retirada da escavação, e aloca-la em dois montes bem definidos que servirão à formação da camada superior e inferior (alocar com pelo menos um metro de distância da borda do tanque para evitar pisoteamento e compactação);
2. Providenciar 4 m<sup>3</sup> de entulho cerâmico, sem mistura com terra, e aloca-lo próximo ao tanque escavado (mantendo a borda para circulação de pessoas e carrinho de mão);
3. Capim ou grama cortados e secos, ou folhas secas em quantidade suficiente para fazer uma camada sobre o solo de uns 10 cm pelo menos;
4. Providenciar 1 m<sup>3</sup> de composto orgânico ou esterco curtido;
5. Cinza e outros fertilizantes agroecológicos para adubação das plantas (a ser misturado com a camada superior da terra que finalizará a cobertura do TEvap);
6. Três mudas de bananeira (para TEvap de 10m<sup>2</sup> de área);
7. Lona plástica dupla face de 500 micra com 5 m de largura e 8m de comprimento, ou lona com 200 micra de espessura dobrada em 3 camadas (a peça pode ser de 5 x 24 m ou 8 x 15 m);

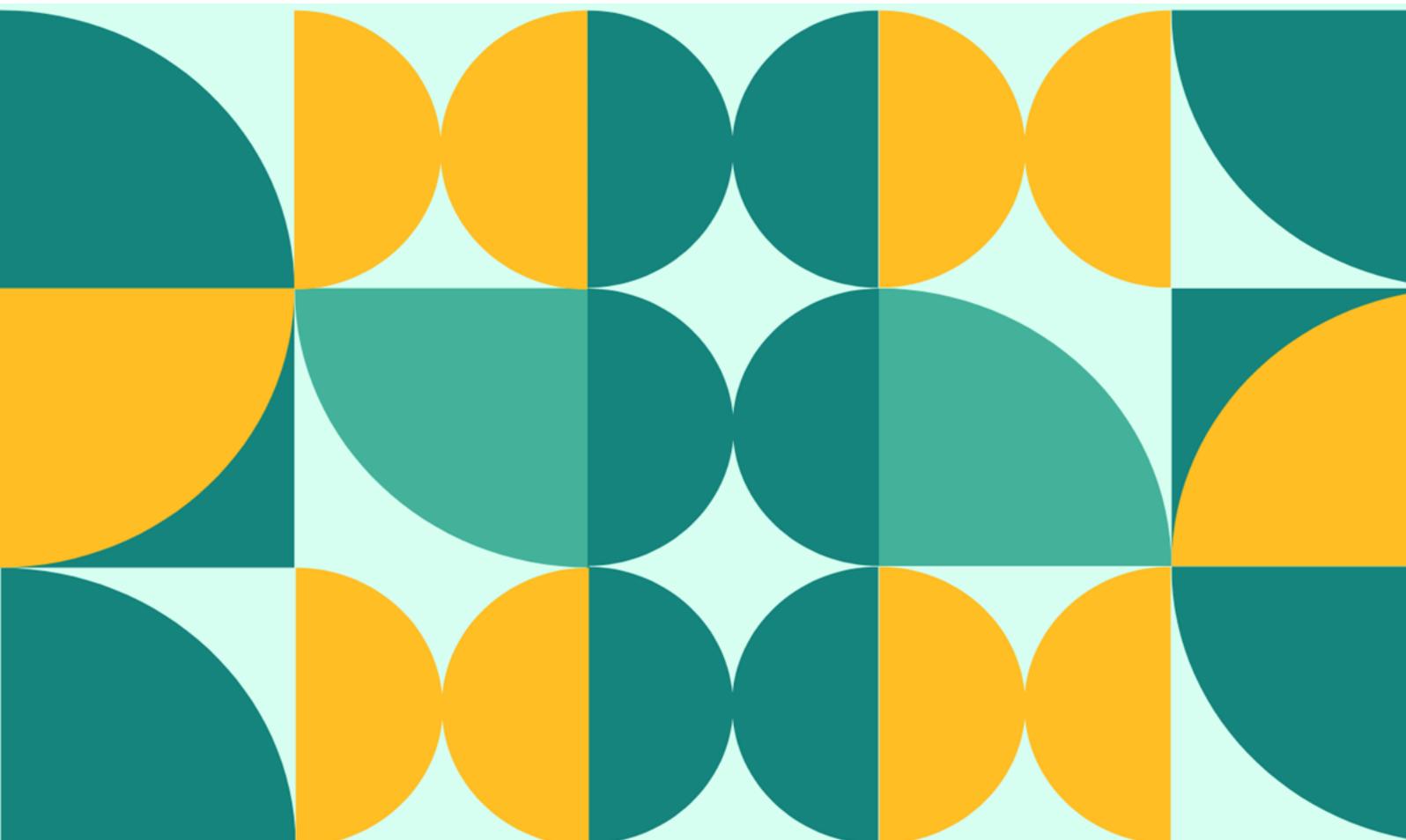




PREFEITURA  
**ARAÇOIABA DA SERRA**

# **APOSTILA DE SANEAMENTO ECOLÓGICO**

## **CÍRCULO DE BANANEIRAS**

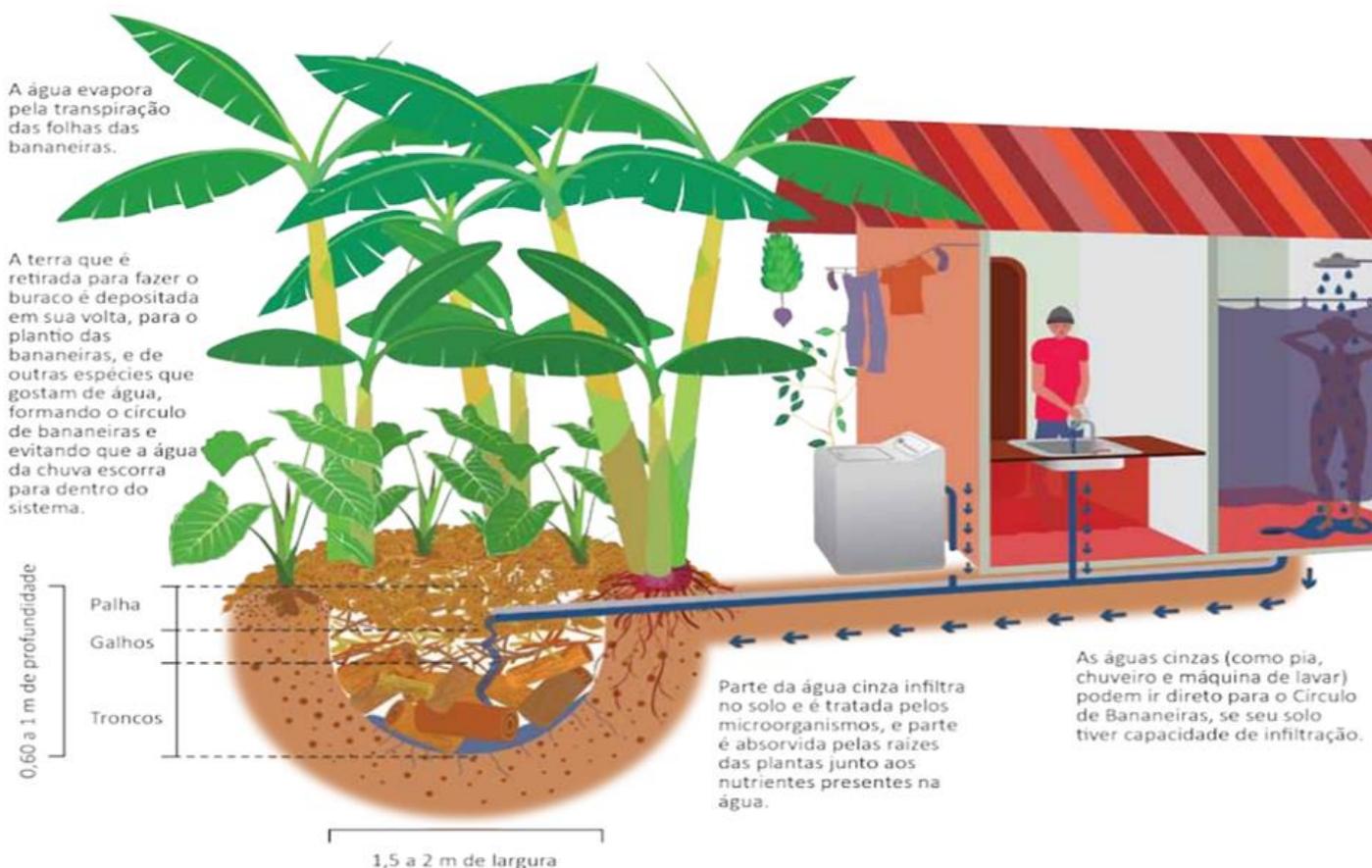


**Araçoiaba da Serra**  
**2024**

## CÍRCULO DE BANANEIRAS

### Águas servidas da cozinha, lavanderia, chuveiro e pia

O círculo de bananeiras recebe todas as águas servidas de uma residência, menos o efluente da bacia sanitária, que deve ser encaminhado para um biodigestor ou tanque de evapotranspiração. Essa parcela do esgoto sem a parte das fezes, tem um potencial de contaminação muito baixo, podendo ser tratada em sistemas mais simples.



Fonte: Ilustração de Patrícia Yamamoto para a cartilha do Instituto de Projetos e Pesquisas Socioambientais - IPESA.

## 1. FUNCIONAMENTO

Os troncos e galhos em lenta decomposição no interior do círculo servem de filtro para gorduras, resíduos de alimentos e fibras, não necessitando de caixa de gordura ou tanque séptico para pré-tratamento.

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 por microorganismos. A água e os nutrientes são absorvidos pelas raízes das plantas ao redor do círculo. Parte da água também é evaporada e outra é armazenada no solo.

## 2. DIMENSIONAMENTO

Para uma residência, o tamanho básico de um círculo de bananeiras é de 1,5 m de diâmetro e 75 cm de profundidade.

Se o solo tiver uma taxa de infiltração de água muito baixa, essas dimensões podem ser maiores, e se o solo for muito arenoso e a água infiltrar muito rápido, a dimensão deve ser menor, para melhor aproveitamento da água pelas bananeiras. Pode ser necessário dividir os efluentes em mais de um círculo, dependendo do volume produzido e do tipo de solo.

## 3. CONSTRUÇÃO

É feita uma escavação em formato de bacia (semi-esfera), pra onde é encaminhada a tubulação com, no mínimo, 2% de declividade. A tubulação deve chegar até o centro da bacia. A bacia é então preenchida com material seco rico em carbono, na seguinte ordem: primeiramente troncos, em seguida galhos, e por último palha e folhas secas.

Ao redor são plantadas de 3 a 5 bananeiras. No caso de áreas sombreadas, substituir as bananeiras por taiobas e outras plantas não exigentes em luz.

Com a terra retirada na escavação, é feito um canteiro ao redor das bananeiras, que serve para impedir a entrada de enxurrada no círculo. No canteiro e ao redor do círculo, também podem ser plantadas outras espécies, como ervas medicinais e flores.

Todo o sistema deve ficar coberto com uma camada de palha ou folhas secas, para manter o solo vivo e protegido.

## Plantio das bananeiras

Importante que as mudas de bananeiras sejam de qualidade, podendo ser usada a muda inteira, ainda pequena, se estiver saudável e forte, ou apenas o seu rizoma. Assim, seguem dicas relevantes de como fazer mudas de bananeira. Os rizomas devem ser tratados conforme foto abaixo:



Fonte: Adaptado de <https://www.mfrural.com.br/detalhe/267738/mudas-banana-terra-valenca-bahia-73>

Com uma faca ou facão, limpe bem a “batata” da bananeira, cortando todas as raízes, eliminando a terra grudada e os brotos (chifrinhos) iniciais. Com a muda limpa, observe se há manchas escuras na batata. Se houver, retire a parte contaminada, porque essas manchas podem significar a presença de doenças ou pragas. No plantio, coloque a muda dentro do berço com a primeira metade da terra retirada; centralize e acomode bem a muda no fundo do berço. A muda deve ser plantada de “ponta-cabeça” ou “deitada” de modo a formar o rizoma que estruturará a primeira bananeira. Em seguida, cubra toda a muda com a segunda metade da terra. Deixe o solo do entorno firme, de modo a evitar buracos vazios junto às raízes. Isso não deixa acumular água das chuvas, o que apodrecerá as raízes, resultando na perda da muda.

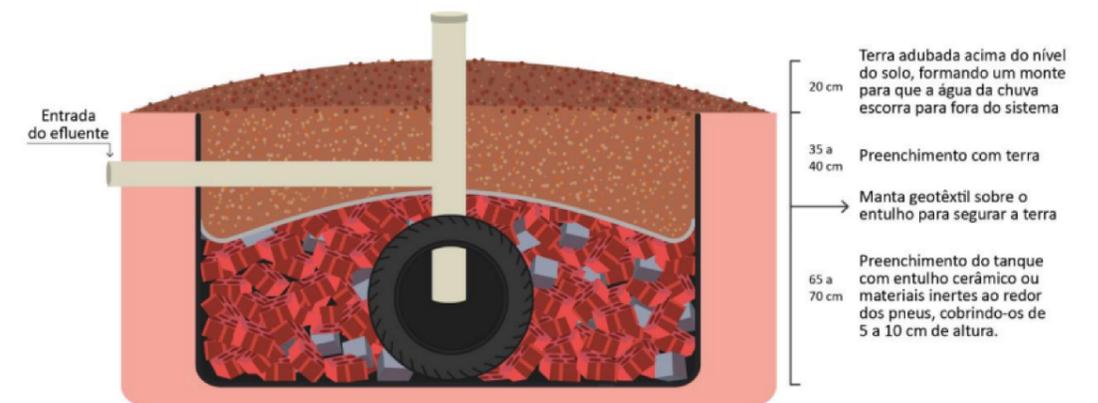
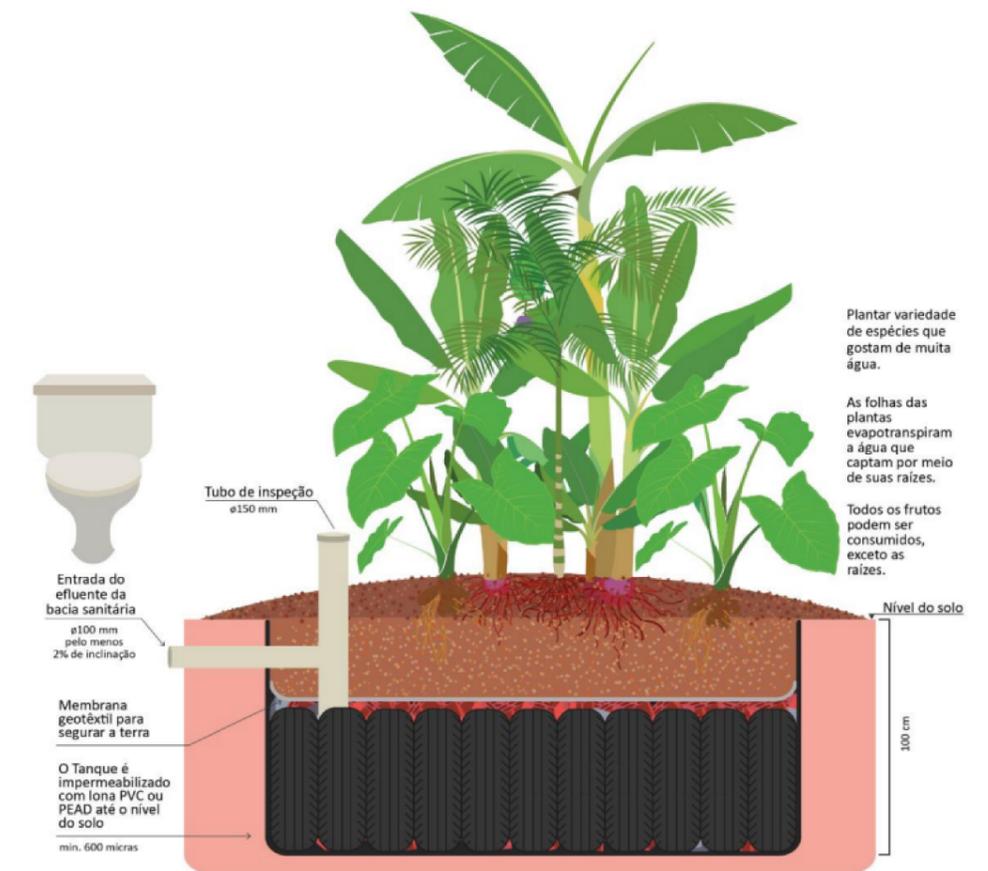
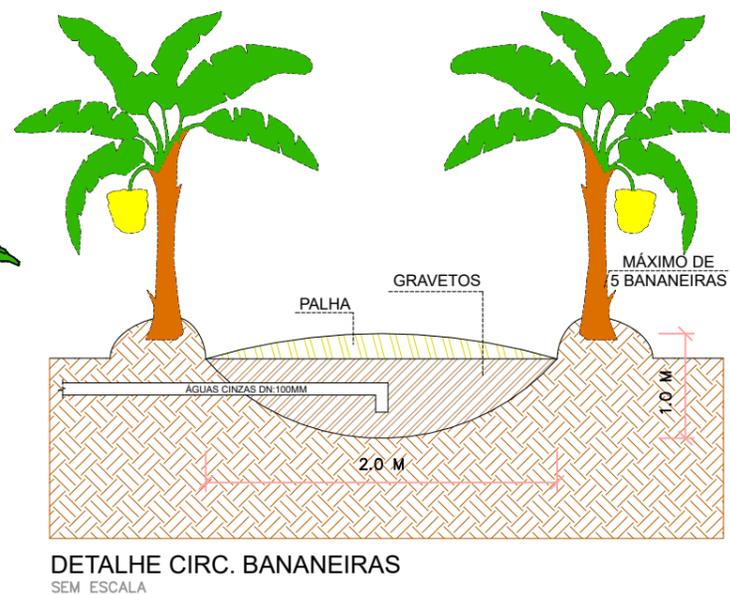
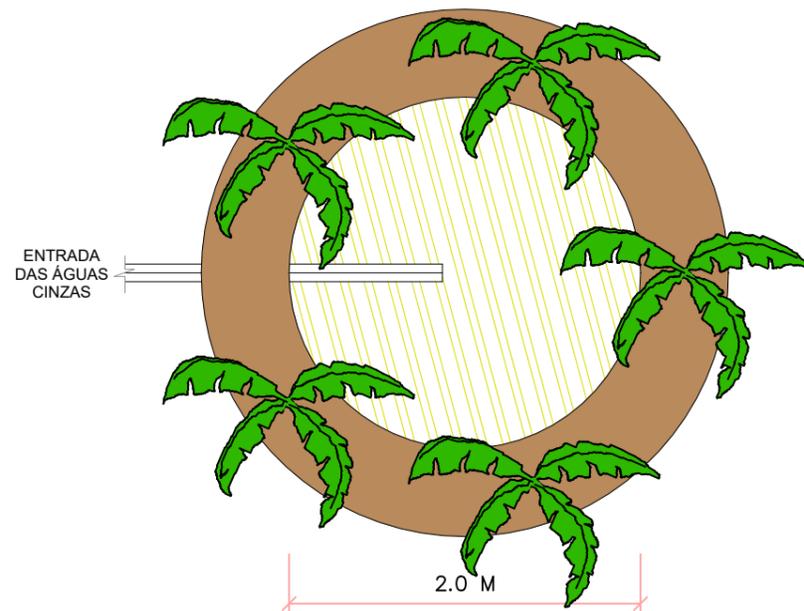
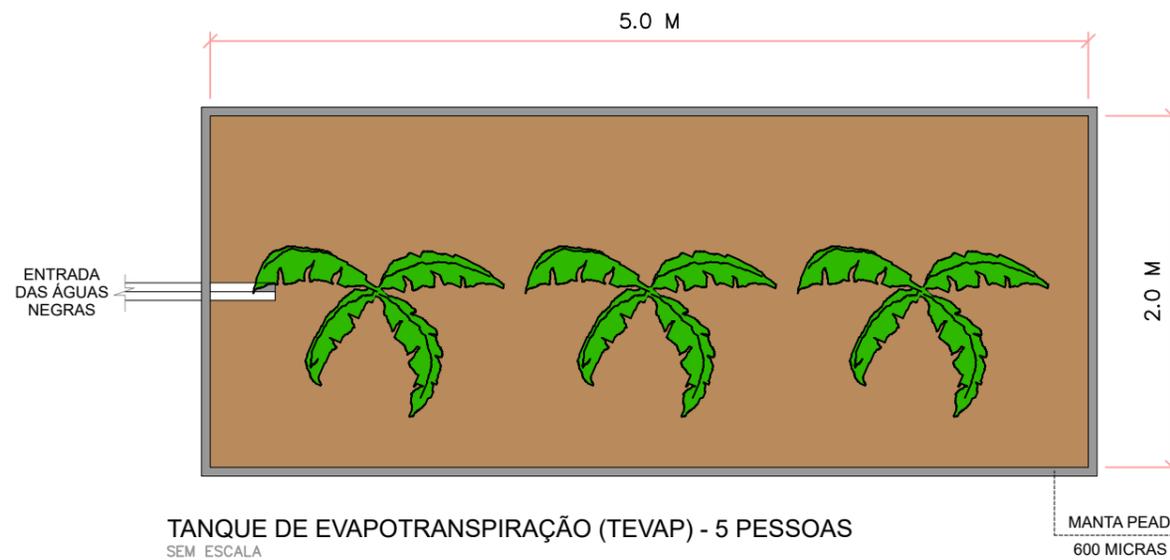
#### 4. MANEJO/ MANUTENÇÃO

As touceiras de bananeiras devem ser manejadas como em uma plantação comum, retirando as folhas velhas e o excesso de brotações.

Ao colher um cacho, o pseudocaule deve ser removido, podendo ser utilizado para proteção do solo ao redor do círculo ou colocado dentro do buraco.

O material do interior do círculo vai se decompondo com o tempo e precisa ser repostado, com podas de jardins, madeiras descartadas, cascas de coco e outros materiais ricos em carbono.

Não é recomendado colocar resíduos da cozinha no interior do círculo, como cascas de frutas e restos de alimento, para evitar maus odores. A destinação adequada para este tipo de resíduo é a compostagem, que resultará na produção de excelente adubo orgânico, e que também pode ser feita no quintal através de outra metodologia.



### OBSERVAÇÕES:

- 1- IMPLANTAR TEVAP E CÍRCULO DE BANANEIRAS EM LOCAL DE MAIOR INCIDÊNCIA DE SOL DISPONÍVEL NO LOCAL (NORTE);
- 2- A MANTA PEAD INDICADA EM PROJETO PODE SER SUBSTITUÍDA POR ALVENARIA, DESDE QUE SEJA DIMENSIONADA PARA RESISTIR AOS ESFORÇOS E SEJA IMPERMEABILIZADA;
- 3- O TEVAP DEVE RECEBER APENAS ÁGUAS NEGRAS (ESGOTO DOS VASOS SANITÁRIOS);
- 4- O CÍRCULO DE BANANEIRAS DEVE RECEBER APENAS ÁGUAS CINZAS (ESGOTO DAS PIA, CHUVEIRO, MÁQUINA DE LAVAR);
- 5- OS ÚLTIMOS 30 CM DE TERRA NO TEVAP DEVE SER ADUBADA PARA PLANTIO.



CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA DA SERRA

PROJETO: MÓDULO BÁSICO DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
ARAÇOIABA DA SERRA/SP

ASSUNTO: PROJETO BÁSICO - TEVAP E CÍRCULO DE BANANEIRA PARA FAMÍLIAS COM ATÉ 5 PESSOAS

SETOR: SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

ENGENHEIRO: ADENILSON PALMA

FOLHA:

UNI

REVISÃO: R02

DATA: 30/04/2024

ESCALA: INDICADA