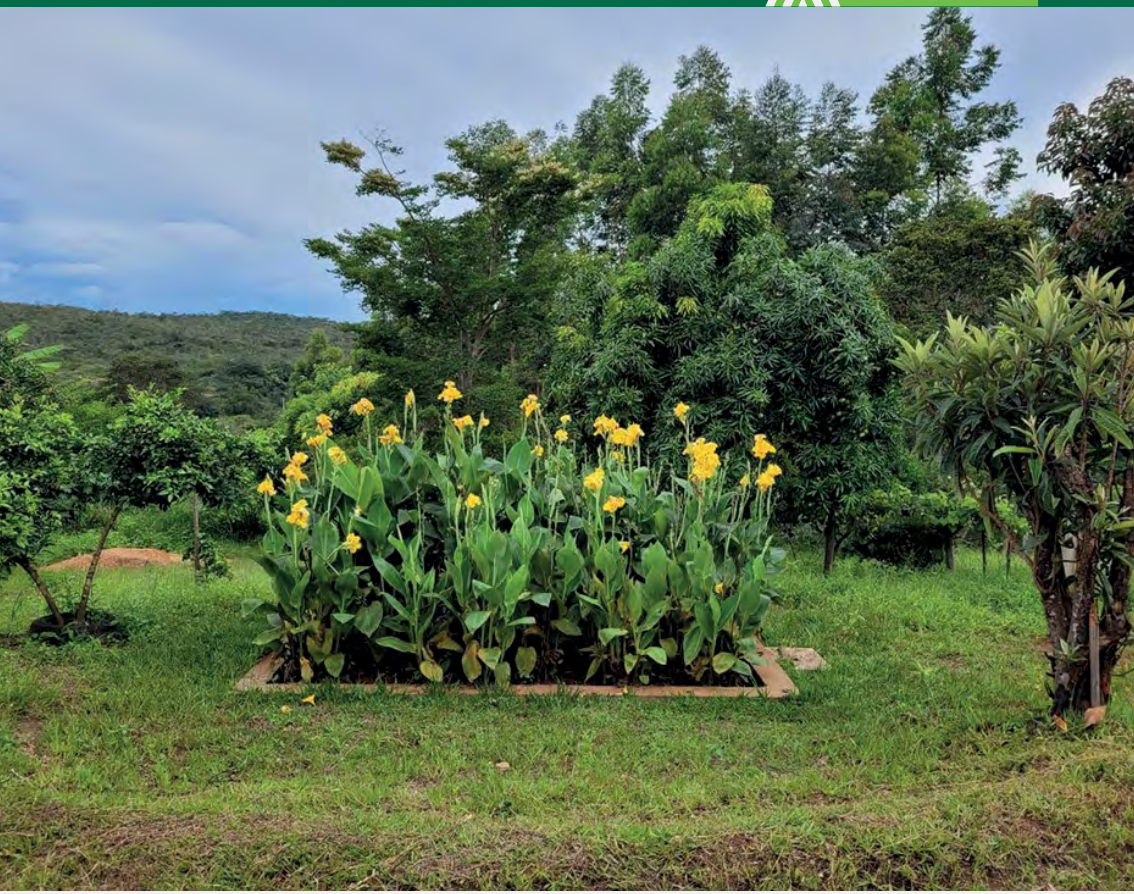

# MANUAL TÉCNICO FOSSA ECOLÓGICA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO

EMATER
Minas Gerais

# MANUAL TÉCNICO
# FOSSA ECOLÓGICA
# DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO

**BELO HORIZONTE**
**EMATER-MG**
**NOVEMBRO DE 2024**

# FICHA TÉCNICA PARA A PRODUÇÃO TÉCNICA E TECNOLÓGICA

2024. MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA AMBIENTAL (MPSTA) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)

Não há direitos reservados. A reprodução está autorizada, no todo ou em parte, desde que a obra original seja devidamente referenciada.

**GESTORES DO IFMG:**

IFMG/BAMBUÍ – Fazenda Varginha – Rodovia Bambuí/Medeiros – Km 05
Caixa Postal 05 – Bambuí – MG - 38900-000 - www.bambui.ifmg.edu.br

**REITOR DO IFMG** – Prof. Dr. Rafael Bastos Teixeira

**PRÓ-REITORA DE INOVAÇÃO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO** - Prof. Dra. Gislayne Elisana Gonçalves

**DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFMG** – Prof. Dr. Venilson Luciano Benigno Fonseca

**DIRETOR GERAL DO IFMG/BAMBUÍ** - Prof. Dr. Humberto Garcia de Carvalho

**DIRETOR DE INOVAÇÃO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO IFMG/BAMBUÍ** – Prof. Dr. Gustavo Augusto Soares

**COORDENADORA DO MPSTA/IFMG BAMBUÍ** – Prof. Dra. Ana Cardoso Clemente Ferreira Filha de Paula

**AUTORES**

**Jane Terezinha da Costa Pereira Leal**
Mestranda pelo Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Bambuí (IFMG) e Coordenadora Técnica Estadual de Saneamento Rural da EMATER-MG.

**Hygor Aristides Victor Rossoni**
Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal (UFV).

**REVISÃO:**

Márcio Stoduto de Mello

**COLABORAÇÃO:** Estagiária Bianca Cortezi

**GOVERNADOR DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Romeu Zema Neto

**VICE-GOVERNADOR DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Mateus Simões

**SECRETÁRIO DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

Thales Almeida Pereira Fernandes

**DIRETORIA EXECUTIVA DA EMATER-MG**

**Presidente**
Otávio Martins Maia
**Diretor Técnico**
Gelson Soares Lemes
**Diretor Administrativo Financeiro**
Cláudio Augusto Bortolini
**Diretor Infraestrutura**
Vitório Alves Freitas

**DEPARTAMENTO TÉCNICO – DETEC**

**Gerente do Departamento Técnico**
Milton Flávio Nunes
**Gerente da Divisão de Programas Especiais**
José Henrique Chiarini
**Gerente da Divisão de Desenvolvimento e Suporte**
Bernardino Cangussu Guimarães

**FOTOS E IMAGENS:**

Arquivo da EMATER Minas Gerais

**PROJETO GRÁFICO:**

Cezar Hemetrio

**DIAGRAMAÇÃO:**

Igor Bottaro

**EMATER MINAS GERAIS**

Av. Raja Gabáglia, 1626. Gutierrez -
Belo Horizonte, MG.
www.emater.mg.gov.br

**CATALOGAÇÃO - FONTE BIBLIOTECA IFMG - CAMPUS BAMBUÍ**

L435m Leal, Jane Terezinha da Costa Pereira.
Manual técnico fossa ecológica de evapotranspiração. / Jane Terezinha da Costa Pereira Leal, Hygor Aristides Victor Rossoni. – Belo Horizonte, 2024.
60 p.: il.; color.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

1. Produto técnico. 2. Tanque de evapotranspiração. 2. Fossa ecológica de evapotranspiração. I. Rossoni, Hygor Aristides Victor, II. Título.

CDD 628.162

Elaborada por Douglas Bernardes de Castro- CRB-6/2802

| | |
|---|---|
| **Série** | **Ciências exatas e tecnológicas** |
| **Tema** | **Engenharia ambiental** |
| **Área** | **Saneamento ambiental** |

# APRESENTAÇÃO

Este manual é um compilado que reúne informações a respeito das vivências e experiências práticas dos extensionistas da EMATER-MG na orientação e implementação da fossa ecológica TEvap. Ele atualiza também a Cartilha Tanque de Evapotranspiração de 2014 publicada pela EMATER-MG. Desde 2011, a equipe tem atuado de forma ativa neste tema, acumulando uma trajetória sólida na aplicação desta tecnologia em áreas rurais. As fotos e descrições aqui apresentadas refletem o trabalho de campo e o comprometimento técnico dos profissionais envolvidos. Este material também incorpora os resultados das pesquisas desenvolvidas pela autora no mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental pelo IFMG Campus Bambuí em 2024, contribuindo para que as ações propostas sejam fundamentadas no mais alto rigor científico, visando direcionar de forma precisa as atividades de saneamento rural sustentável.

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO ..... 9
FUNCIONAMENTO DO SISTEMA ..... 10
BENEFÍCIOS DESTA TECNOLOGIA ..... 14
PRÉ-REQUISITOS PARA A CONSTRUÇÃO DO TANQUE ..... 16
ORIENTAÇÃO DO TEVAP EM RELAÇÃO AO SOL ..... 20
DIMENSIONAMENTO ..... 22
CONSTRUÇÃO DO TANQUE ..... 23
PLANTIO DAS ESPÉCIES VEGETAIS ..... 47
IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS NO TEVAP ..... 48
MANUTENÇÃO DO TEVAP ..... 53
CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 56
REFERÊNCIAS ..... 57

# INTRODUÇÃO

O Tanque de Evapotranspiração (TEvap) é um sistema de tratamento e aproveitamento dos nutrientes do efluente proveniente do vaso sanitário (Imagem 1). Desenvolvido inicialmente nos Estados Unidos, na década de 90, pelo permacultor Tom Watson, este sistema foi denominado “Watson Wick”. Em 2000, o TEvap foi adaptado e implementado no Brasil pelo permacultor e arquiteto estadunidense Scott Pitman (GALBIATI, 2009). Um TEvap em pleno funcionamento é ilustrado na Imagem 1.

**Imagem 1:** Sistema TEvap em funcionamento - São Gonçalo do Rio Preto (MG), 2021

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

## FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

O sistema é fechado e estanque (Imagem 2), ou seja, não há saída de efluente para filtros, sumidouros ou solo.

**Imagem 2:** Detalhamento da estrutura interna impermeabilizada do TEvap

**Fonte:** Acervo da EMATER-MG

No TEvap, a matéria orgânica é mineralizada pela decomposição anaeróbica, possibilitando que os nutrientes e a água sejam absorvidas pelas raízes das plantas. Os nutrientes se incorporam a biomassa das plantas e a água do vaso sanitário é eliminada por evapotranspiração (Imagem 3).

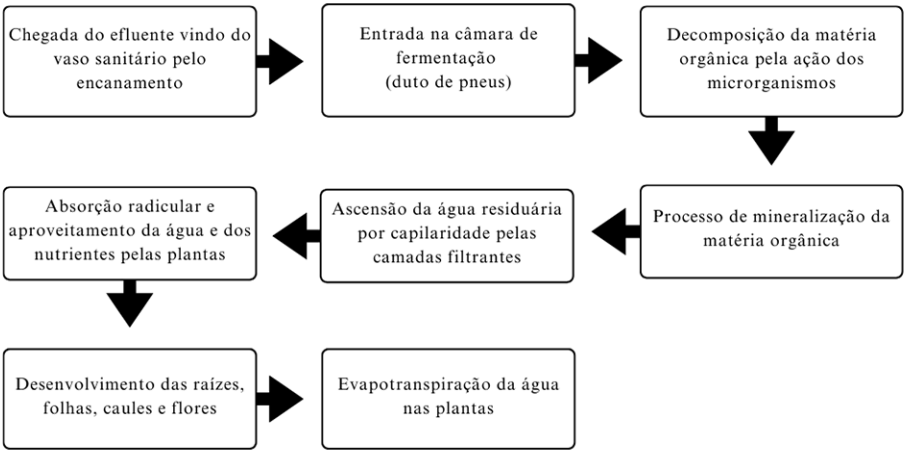


**Imagem 3:** Fluxograma da dinâmica do efluente no tanque de evapotranspiração
**Fonte:** LEAL, 2024

Um ponto importante é que este é um tanque com descarga zero, ou seja, não ocorre escoamento superficial de efluente ou sua infiltração no solo (Imagem 4). Isso elimina os riscos de poluição ambiental (Imagem 5) e a saída de microrganismos patogênicos do sistema, garantindo um processo seguro e sustentável (GALBIATI, 2009).

(a) (b)

**Imagem 4:** Comparação visual entre (a) o Sistemas Rudimentar ou Fossa Absorvente (com infiltração no solo) e (b) Tanque com Descarga Zero (sem infiltração no solo)

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**Imagem 5:** Despejo de esgoto a céu aberto - Várzea da Palma (MG), 2023

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**VOCÊ SABIA?**

Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Ministério das Cidades, mostram que, até 2021, cerca de 22,3% das áreas rurais no Brasil têm acesso a tratamento de esgoto sanitário. Esses números refletem a contínua necessidade de expansão dos serviços de saneamento em áreas rurais, onde a cobertura é significativamente menor do que nas áreas urbanas.

## BENEFÍCIOS DESTA TECNOLOGIA

Essa alternativa apresenta alguns atrativos (LEAL, 2014), tais como:

I. Tem baixo custo de implementação;
II. A estrutura do tanque é de fácil construção;
III. O dimensionamento do tanque não apresenta complexidade;
IV. Exige pouca manutenção, sendo necessária apenas a poda regular das plantas;
V. Promove tratamento eficiente do efluente;
VI. Proporciona uma harmonia paisagística (Imagem 6).

**Imagem 6:** Tanque de Evapotranspiração Integrado ao Paisagismo[1] - Glaucilândia (MG), 2024

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

[1] A principal espécie usada no TEvap ilustrado é a *Colocasia gigantea*, popularmente conhecida como orelha-de-elefante.

# PRÉ-REQUISITOS PARA A CONSTRUÇÃO DO TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO

São quatro os pré requisitos para garantir o tratamento efetivo e evitar a sobrecarga do sistema:

**1. Separação da Água Servida:** A água servida (águas da pia, da cozinha e do banho) da casa deve ser separada em águas cinzas e águas escuras (vaso sanitário) (Imagem 7). Além disso, é importante salientar que o descarte do papel higiênico deve ser feito apenas na lixeira, para não afetar o sistema.

**2. Efluente do Vaso Sanitário:** Apenas o efluente proveniente do vaso sanitário deve ser destinado ao TEvap.

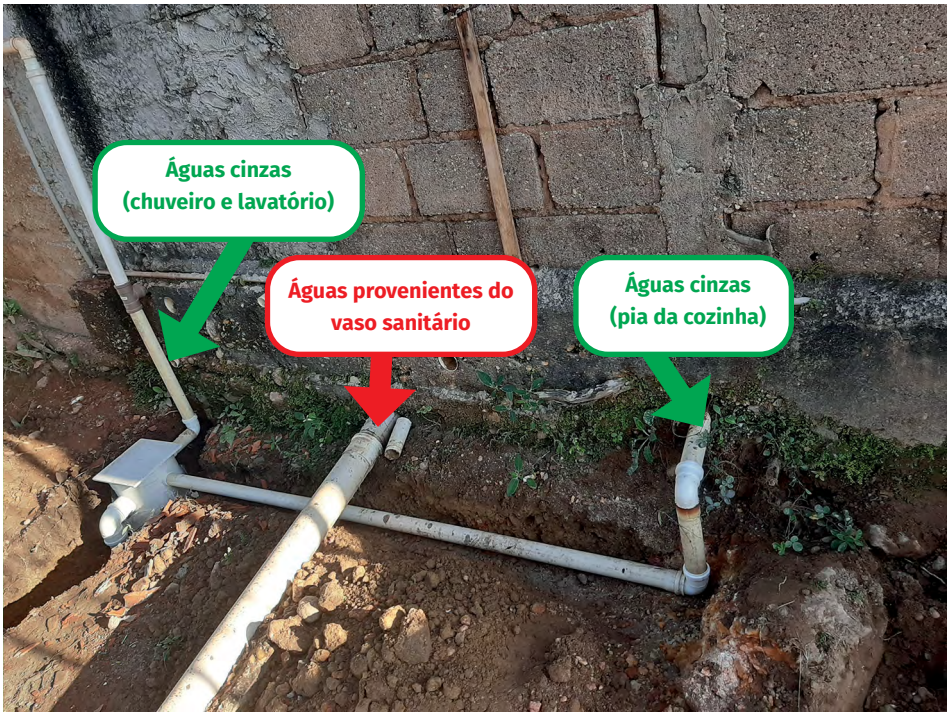


**Imagem 7:** Separação das águas cinzas e do vaso sanitário - Três Marias (MG), 2024

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**3. Descarga Acoplada:** O vaso sanitário deve possuir descarga acoplada, conforme detalhes (Imagem 8) de no máximo 6 litros por acionamento, para controlar o fluxo e o volume de água destinado ao TEvap.

**Imagem 8:** Vaso sanitário com descarga acoplada

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**VOCÊ SABIA?**

Ao aderir o uso de uma fossa TEvap em sua propriedade, você não deve fazer o descarte no vaso sanitário de itens como papel higiênico, fio dental, fraldas descartáveis e quaisquer resíduos líquidos e sólidos diferentes de fezes e urina. O descarte indevido pode causar o entupimento e danificar o sistema, interferindo no processo de digestão dos dejetos.

**4. Uso de Banheiros Químicos em Eventos:** Em caso de eventos com grande quantidade de pessoas na residência, é necessário adotar o uso de banheiros químicos, para evitar a sobrecarga do sistema que é dependente de evapotranspiração das plantas (Imagem 9).

**Imagem 9:** Banheiro Químico para eventos - Perdizes (MG), 2023

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

Segundo o Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua), que monitora a potabilidade da água em todo o país, doenças como diarreia, hepatite A, cólera, giardíase e amebíase estão diretamente relacionadas ao consumo de água não tratada. Essas doenças são comuns em áreas onde o saneamento básico é inadequado sem o tratamento de esgoto.

## ORIENTAÇÃO DO TEVAP EM RELAÇÃO AO SOL

O TEvap deve ser posicionado em local com incidência solar durante todo o dia para garantir o funcionamento ideal das plantas, responsáveis pela evapotranspiração e absorção dos nutrientes (Imagem 10).

**Imagem 10:** TEvap sob luz solar direta - Pedralva (MG), 2024

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

A orientação ideal para instalar o TEvap é no sentido leste-oeste, em área bem ventilada, favorecendo os processos naturais de evapotranspiração e evaporação da água do solo (Imagem 11).

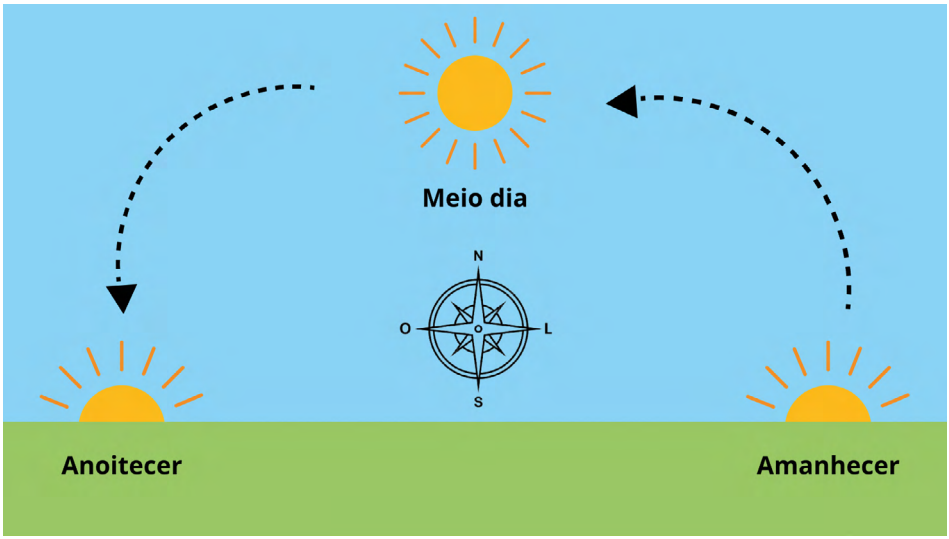


**Imagem 11:** Esquema detalhando sentido leste-oeste do Sol

**Fonte:** LEAL, 2024

VOCÊ SABIA?

O seu celular pode ser uma ferramenta útil quanto à orientação adequada para a construção do TEvap em sua propriedade. Confira os aplicativos de bússolas disponíveis na loja do sistema operacional do seu aparelho.

## DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento do tanque deve ser feito de acordo com a quantidade de moradores na residência (Imagem 12 e Tabela 1), para garantir que a atividade vegetal seja capaz de suprir a demanda de retirada de água residuária e de nutrientes.

**Imagem 12:** Marcação da fossa TEVAP dimensionada - Catas Altas (MG), 2022

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**Tabela 1 - Dimensionamento do Tanque de Evapotranspiração (TEvap), em metros, em função do número de usuários**

| NÚMERO DE PESSOAS | COMPRIMENTO (m) | PROFUNDIDADE (m) | LARGURA (m) | VOLUME ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 2,5 | 1 | 2 | 4,8 |
| 4 | 5 | | | 9,6 |
| 6 | 7,5 | | | 14,4 |

**Fonte:** LEAL, 2014.

Para evitar sobrecarga do sistema em eventos, como festas ou confraternizações, deve ser adotado o uso de banheiros químicos. Caso a residência tenha um número maior de moradores do que o suportado, acima de seis pessoas, é necessária a construção de outro tanque.

## CONSTRUÇÃO DO TANQUE

Com o dimensionamento calculado, a construção do tanque segue nove etapas e depois o seu preenchimento.

### 1. Escavação do Solo

A escavação pode ser feita manualmente ou com o auxílio de máquinas (Imagem 13).

**Imagem 13:** Escavação do solo - Florestal (MG), 2022

**Fonte**: Acervo EMATER-MG

## 2. Análise do Solo

O tipo e a textura do solo devem ser analisados para determinar o modelo de construção. Essa análise pode ser feita diretamente pelo proprietário ou extensionista (Imagem 14). Solos pouco profundos e com textura arenosa ou siltosa não permitem o uso da tecnologia de ferrocimento, pois ocorre o desmoronamento das paredes da vala.

**Imagem 14:** Análise da textura do solo

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

### 3. Construção do Tanque de Ferrocimento

Para solos argilosos, constatados no teste de textura (REMPEL; DALZOCHIO 2017), onde se consegue moldar uma “cobrinha”, recomenda-se o método do ferrocimento (Imagem 15). A argamassa deve ser composta de duas partes de areia grossa para uma parte de cimento nas paredes, e três partes de areia para uma parte de cimento no piso, com espessura mínima de 2 cm.

**Imagem 15:** Construção em ferrocimento com detalhamento da fixação da tela

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

Inicia-se com uma camada de chapisco nas paredes e piso, seguida da aplicação da tela de pinteiro. Ela é feita de arame galvanizado com fio de espessura entre 0,7 mm a 1,2 mm e malha de 12,7 mm a 50,8 mm. Fios mais grossos garantem maior resistência, e malhas menores são mais indicadas para a construção das paredes do TEvap. Em seguida, aplica-se outra camada de chapisco para cobrir completamente a tela. Ao final, essa parede terá entre 5 e 7 cm de espessura (Imagem 16).

**Imagem 16:** Aplicação do chapisco sobre a tela para finalização da parede

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

### 4. Construção do TEvap de Blocos Furados e Cheios de Argamassa

Para solos arenosos ou siltosos, ao fazer o teste de textura do solo, não é possível moldar uma "cobrinha", portanto recomenda-se a construção com blocos furados, com acabamento mínimo de 2 cm de chapisco (Imagem 17). A proporção adequada para o traço é de 3 medidas de areia grossa para cada medida de cimento.

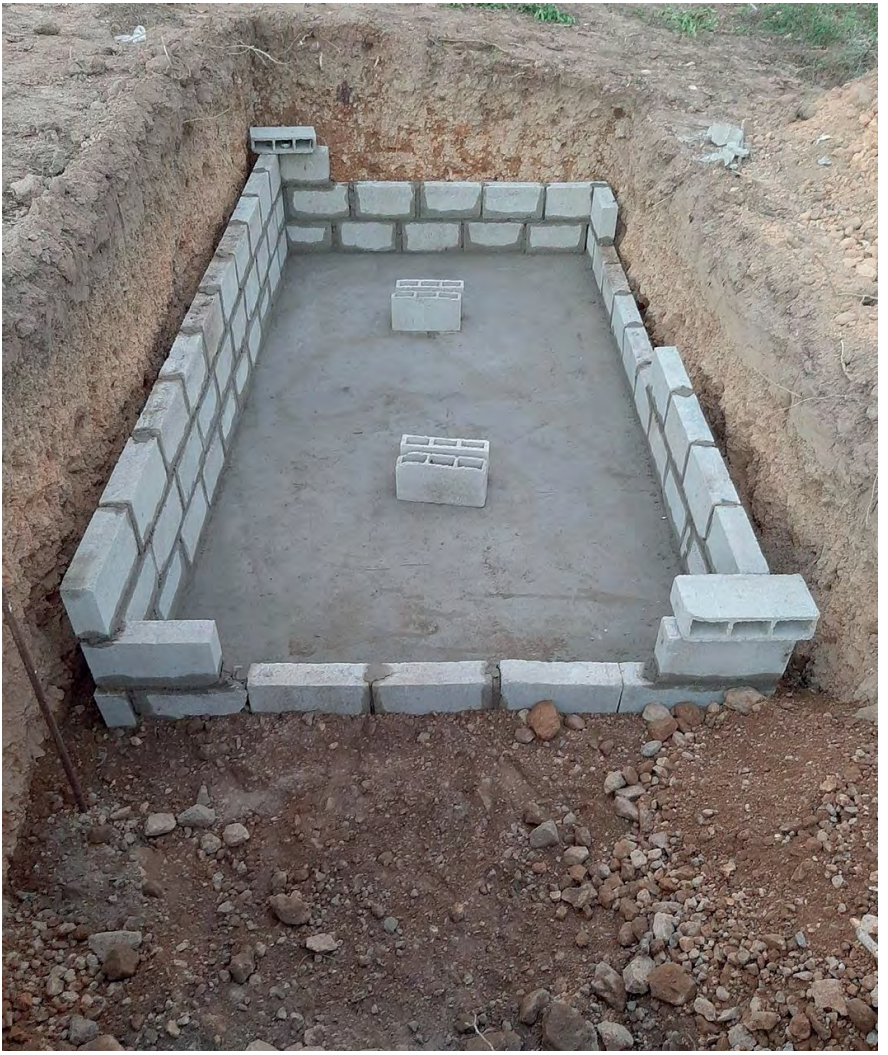

**Imagem 17:** TEvap feita de blocos em construção

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

### 5. Tempo de Cura do Cimento

Após a construção, é necessário aguardar ao menos 15 dias para a secagem completa e observação de possíveis fissuras (Imagem 18).

**Imagem 18:** TEvap em construção detalhando a  secagem das paredes e fundo

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

As paredes bem-feitas e com uma adequada impermeabilização evitarão o contato do efluente com o solo (Imagem 19). Além disso, devem ser utilizados impermeabilizantes como pintura no final ou mesmo os que podem ser adicionados diretamente na massa para o reboco. Isso vai propiciar mais segurança e proteção contra vazamentos.

**Imagem 19:** Aplicação de impermeabilizante de cor preta após finalização do reboco

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

### 6. Bordas de Proteção Contra Enxurrada

As bordas do tanque devem ser elevadas em relação ao solo, cerca de 10 cm, para evitar a entrada de água pluvial por meio do escoamento superficial, que pode sobrecarregar o sistema de tratamento (Imagem 20).

**Imagem 20:** Bordas de proteção do TEvap

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

### 7. Tubo de Entrada

O tubo de entrada (100 mm) deve ser posicionado de forma que sua saída esteja dentro da câmara de pneus, estendendo-se apenas até o primeiro pneu (Imagens 21 e 22).

**Imagem 21:** Detalhe do tubo de entrada do efluente visto de 2 ângulos

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**Imagem 22:** Vista frontal do tubo de entrada

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

### 8. Tubo para Inspeção

Um tubo de inspeção (100 mm) pode ser colocado do lado contrário ao tubo de entrada, permitindo acesso ao interior da câmara de pneus, caso seja necessário manter um tubo de inspeção na entrada. Ressalta-se que este tubo é mais utilizado em TEvaps que serão objetos de estudos posteriormente (Imagem 23).

**Imagem 23:** Tubo de inspeção na entrada do TEvap

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

Na construção da rede hidráulica devem ser observadas as boas práticas de construção, tais como:

I) Para permitir a limpeza e desobstrução , recomenda-se a instalação de dispositivo de inspeção (caixa de passagem) na tubulação de esgoto do vaso sanitário, entre a saída da residência até o TEvap, quando essa possuir distância superior a 5 metros;

II) Ligação das águas cinzas (banheiro e cozinha) em rede coletora de esgoto, quando houver ou destinação para o Círculo de Bananeiras. O manual sobre essa tecnologia pode ser baixado, de forma gratuita, na Livraria Virtual da EMATER-MG em www.emater.mg.gov.br/portal.do.

### 9. Tubo para Extravasamento e Segurança Contra Vazamentos

Um tubo de extravasamento (50 mm) deve ser instalado a 10 cm abaixo da superfície do solo, na parede oposta à de entrada da câmara anaeróbica, conectado a um canteiro de infiltração ou vala de infiltração (Imagens 24 e 25).

**Imagem 24:** Ligação do tubo de extravasamento para a canteiro de infiltração

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**Imagem 25:** Detalhamento do tubo de extravasamento e caixa de infiltração

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

## 10. Preenchimento das Camadas do TEvap

Após a construção da estrutura, o tanque deve ser preenchido com diferentes camadas de materiais para garantir o funcionamento eficiente (Imagem 26):

**Imagem 26:** Camadas no interior do TEvap

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**Imagem 27:** Montando o duto de pneus ou câmara de fermentação - Florestal (MG), 2023

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**II) Camada de Pedra de Mão:** Adicione uma camada de pedra de mão de, aproximadamente, 45 cm. Podem, também, ser utilizados pedaços de tijolos, telhas e assemelhados (caso sejam utilizados entulhos, devem ser apenas materiais de construção civil limpos) para preencher os espaços até a altura dos pneus (Imagem 28). É importante que os pneus utilizados possuam o mesmo aro, podendo ser de 13" ou 14". No caso de haver aros diferentes, sempre começar do maior para o menor, porém todos de carros de passeio.

**Imagem 28:** Primeira camada preenchida com pedras de mão – Três Marias (MG), 2024

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**III) Saco de Ráfia:** Proteja o duto de pneus, em toda a sua extensão, na superfície com sacos de ráfia, para evitar a entrada de brita entre os espaços vazios (Imagem 29).

**Imagem 29:** Proteção do duto de pneus com saco de ráfia – Astolfo Dutra (MG), 2024

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**IV) Camada de Brita:** Coloque uma camada de 10 cm de brita 04 acima da camada de pedras de mão (Imagem 30).

**Imagem 30:** Preenchimento com camada de brita – Três Marias (MG), 2024

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**V) Camada de Areia Grossa:** Coloque uma camada de areia grossa de, aproximadamente, 10 cm sobre a brita. (Imagem 31).

**Imagem 31:** Preenchimento com camada de areia grossa - Salinas (MG), 2020

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**VI) Camada de Terra Vegetal:** Adicione uma camada de terra vegetal adubada de, aproximadamente, 30 cm, de forma abaulada, sobre a areia, fornecendo um substrato nutritivo para o primeiro plantio (Imagem 32).

**Imagem 32:** Preenchimento com camada de terra vegetal - Três Marias (MG), 2024

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

No Quadro 1 e na Imagem 33, estão listados e ilustrados alguns dos materiais utilizados na construção e preenchimento do Tanque de Evapotranspiração.

**Imagem 33:** Parte dos materiais utilizados no preenchimento e construção do TEvap

**Fonte:** EMATER-MG, 2024

**Quadro 1 - Quantitativos dos principais Materiais para a Construção e preenchimento da Estrutura do Tanque de Evapotranspiração (TEvap) para uma família de 5 pessoas**

| Material | Quantidade | Fase de Uso |
|---|---|---|
| Cimento | 7 sacos | Estrutura |
| Areia | 2 m³ | |
| Tela de pinteiro | 24 m | |
| Vergalhão de 3/4 | 1 barra | |
| Tubo de esgoto de 100 mm | 1* | |
| Tubo de esgoto de 50 mm | 1* | |
| Joelho de 50 mm/90° | 4* | |
| Joelho de 100 mm/90° | 4* | |
| Joelho de 50 mm/45° | 4* | |
| Joelho de 100 mm/45° | 4* | |
| Areia | 1 m³ | Preenchimento |
| Brita | 1 m³ | |
| Pneus inservíveis de aro 13" ou 14" | 30 unidades | |
| Pedra de mão | 6 m³ | |
| Mudas de plantas ornamentais variadas | 50 unidades | |

*Dependendo da ligação hidráulica, poderão ser necessários mais tubos e conexões.

*Além dos materiais listados, é preciso considerar a aquisição de impermeabilizante para as paredes e piso do tanque e de fertilizante para as covas das mudas, no primeiro plantio.

* o vergalhão é cortado para fazer ganchos e prender a tela de pinteiro ao solo

**Fonte:** LEAL, 2024

### 11. Plantio e Finalização

O último passo é o plantio das espécies vegetais adequadas. As plantas escolhidas devem ser resistentes e adaptadas à região, com raízes que possam absorver os nutrientes e contribuir para a evapotranspiração (Imagem 35).

**Imagem 34:** Plantio das espécies vegetais ornamentais no TEvap - Três Marias (MG), 2024

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

## PLANTIO DAS ESPÉCIES VEGETAIS

**1. Seleção das Plantas:** Escolha plantas ornamentais que se adaptem bem às condições do TEvap. Também é importante que as plantas escolhidas possuam muitas folhas largas e caule espesso (Imagem 35). É necessário ressaltar que não é orientado o plantio de espécies comestíveis, em vista dos riscos sanitários.

**Imagem 35:** Plantas de muitas folhas largas e caule espesso

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

**2. Distribuição das Plantas:** Plante as mudas variadas de forma uniforme, cobrindo toda a superfície do tanque. Siga princípios de jardinagem onde as maiores mudas devem ficar no centro e as menores nas bordas. Evite manter o solo exposto sem cobertura vegetal.

**3. Cuidados Iniciais:** Regue as plantas regularmente nos primeiros dias, para garantir que se estabeleçam bem no novo ambiente. Somente após as mudas estarem prontas poderá ser direcionado o esgoto do vaso sanitário. Este procedimento pode demorar de 15 a 30 dias.

## IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS NO TEVAP

Na fossa ecológica de Evapotranspiração (TEvap), as plantas desempenham papel fundamental, necessitando de cuidado para garantir as funções essenciais da tecnologia: capilaridade, fotossíntese e evapotranspiração (LEAL, 2017).

A escolha das espécies deve priorizar aquelas com maior eficiência na evapotranspiração, garantindo que o solo do TEvap seja totalmente ocupado. A diversidade vegetal contribui não apenas para o funcionamento do sistema, mas também para a harmonia paisagística. As diferentes profundidades das raízes das plantas promovem o acesso a diversas camadas do solo para a absorção de água residuária e nutrientes. Variações no tamanho das folhas são importantes nos processos de fotossíntese e evapotranspiração (LEAL, 2017).

Para uma estrutura eficiente, a disposição das mudas deve ser feita conforme o porte das plantas, evitando que espécies mais altas façam sombra sobre as menores, já que o TEvap requer insolação constante. Exemplos de espécies adaptadas a áreas úmidas e com alto potencial de evapotranspiração estão listadas no Quadro 2.

## Quadro 2 - Plantas recomendadas para uso no TEvap

| ESPÉCIE | NOME POPULAR | CARACTERÍSTICAS | IMAGEM |
|---|---|---|---|
| *Strelitzia reginae* | Flor-ave-do-paraíso, flor-da-rainha, estrelítzia, ave-do-paraíso | Altura de 1,2-1,5 m. Flores alaranjadas muito duráveis. Cultivada a pleno sol em canteiros com terra rica e umedecida. Multiplica-se facilmente por sementes e por divisão de touceira. | Imagem acervo Emater-MG |
| *Canna indica* | Cana-índica, biri, bananeirinha-da-Índia, bananeirinha-de-jardim | Herbácea, rizomatosa e perene. Altura de 0,5-1,5 m. Folhagem rajada. Flores grandes amarelas, vermelhas e róseas. Própria para canteiros a pleno sol, com terra rica em matéria orgânica. Multiplica-se facilmente por divisão de rizomas. | Imagem acervo Emater-MG |
| *Colocasia esculenta* | Inhame-preto | Herbácea perene, ereta, rizomatosa e entouceirada, de folhagem decorativa, de 0,70-1,20 m de altura. Cultivada a meia-sombra ou a pleno sol em canteiros ricos em matéria orgânica ou em ambientes aquáticos. Multiplica-se por divisão de rizoma. | Imagem acervo Emater-MG |

## Quadro 2 - Plantas recomendadas para uso no TEvap - Continuação

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Philodendron undulatum* | Guaimbê-da-folha-ondulada | Arbusto perene, de textura semi-herbácea, de 2,0 a 3,0 m de altura. Cultivada a pleno sol ou a meia-sombra. Tolera frio e geadas fracas, bem como ambientes aquáticos. Multiplica-se facilmente por sementes e por separação de brotações laterais. | Imagem acervo Emater-MG |
| *Zantedeschia aethiopica* | Copo de leite, cala-branca, lírio-do-nilo | Herbácea robusta, de lugares úmidos, perene. Altura de 0,6-1,0 m. Cultivada em pleno sol ou meia-sombra, em terra com muita matéria orgânica e umidade. Não prospera bem em climas quentes. | Imagem acervo Emater-MG |
| *Solenostemon scutellarioides* | Cóleus, coração-magoado | Herbácea perene, de folhagem ornamental. Altura de 40-90 cm. Folhas coloridas. Plantas de meia-sombra ou pleno sol, em terra fértil. Mantida com irrigação periódica. Não tolera geadas. Multiplica-se por estacas-ponteiro. | Imagem acervo Emater-MG |

**Quadro 2 - Plantas recomendadas para uso no TEvap - Continuação**

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Heliconia rostrata* | Celicônia, caetê, bananeira-do-brejo, bananeira-ornamental-caeté | Arbusto rizomatoso, de textura herbácea. Altura de 2,0-3,0 m. Cultivada em pleno sol ou meia-sombra, em terra fértil e irrigada. Multiplica-se por divisão de touceira. | Imagem acervo Emater-MG |

**Fonte:** Leal, 2024 Adaptado de Lorenzi, 2001.

Há também espécies cujo uso não é indicado na fossa TEvap, principalmente devido às suas características incompatíveis com as demandas do sistema, como de espécies xerófitas, cactáceas e suculentas. Essas plantas, por apresentarem raízes longas e extensas, caules espessos que acumulam água e folhas pequenas com espinhos ou pêlos, têm uma baixa capacidade de evapotranspiração, o que contraria o objetivo do TEvap. Exemplos de espécies que não devem ser utilizadas na fossa TEvap estão listadas no Quadro 3.

**Quadro 3 - Plantas não recomendadas para uso no TEvap**

| ESPÉCIE | NOME POPULAR | CARACTERÍSTICAS | IMAGEM |
|---|---|---|---|
| *Schlumbergera truncata* | Flor-de-maio, flor-de-seda | Herbácea epífita, caule suculento. Planta de meia-sombra. | Imagem acervo Emater-MG |
| *Sansevieria trifasciata* | Sanseviéria, espada-de-são-jorge, rabo-de-lagarto, língua-de-sogra | Herbácea rizomatosa, perene. Apresenta boa resistência a solos áridos e ao calor tropical. | Imagem acervo Emater-MG |
| *Opuntia ficus indica* | Opúntia, cacto | Adaptada ao clima semiárido. | Imagem acervo Emater-MG |
| *Nopalea cochenillifera* | Urubeta, cacto, palma-doce, palmatória-doce, cacto-sem-espinho | É tolerante a solos pobres e secos. Não tolera geadas. | Imagem acervo Emater-MG |
| *Kalanchoe blossfeldiana* | Calancoê, calanchoê, flor-da-fortuna | Herbácea suculenta, perene, ereta, florífera. Não tolera excesso de umidade e não resiste à geadas. | Imagem acervo Emater-MG |

**Fonte:** Leal, 2024 Adaptado de Lorenzi, 2001.

# MANUTENÇÃO DO TEVAP

A manutenção do TEvap é simples e envolve principalmente a poda das plantas para controlar seu crescimento e garantir a eficiência do sistema. Essa poda deve ser feita por etapas e não de forma drástica. Inspecione regularmente as estruturas para identificar e corrigir possíveis problemas (Imagem 36). Em caso de não adaptação de espécies selecionadas, é necessário fazer o replantio com novas espécies para o perfeito funcionamento do TEvap.

**Imagem 36:** Manutenção regular do tanque - Jequitinhonha (MG), 2019

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

Esteja sempre atento aos cuidados listados no fluxograma abaixo para que seu sistema ecológico de tratamento de esgoto doméstico funcione adequadamente por muito tempo.

## CUIDADOS COM O TEVAP

### O que fazer

Faça a poda das plantas dentro do período indicado.

Plante diversas espécies que sejam indicadas para sistemas com grande fluxo de água.

### O que não fazer

Não deixe solo exposto no TEvap.

Não plante espécies que apresentem o mesmo tipo de raízes.

## Cuidados com o TEvap - Continuação

Retire as folhas secas para promover o crescimento de novas folhas nas plantas.

Não deixe que águas externas entrem no TEvap, as plantas ficarão sobrecarregadas.

Fique sempre atento ao jardim do TEvap, pois ele demonstra como está o funcionamento do sistema.

Não ultrapasse a quantidade de usuários que foi calculada para o seu sistema TEvap.

**AGORA VOCÊ ESTÁ PREPARADO PARA SEGUIR CUIDANDO DO SEU TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO!**

**Imagem 37:** Fluxograma de Cuidados com o TEvap

**Fonte:** LEAL, 2024.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seguindo todas as etapas descritas, o Tanque de Evapotranspiração estará completo e funcionando de forma eficiente, proporcionando um tratamento seguro e sustentável dos efluentes do vaso sanitário, além de integrar-se harmoniosamente ao ambiente (Imagem 38).

A tecnologia apresentada neste manual ilustra como políticas públicas bem estruturadas e executadas podem gerar benefícios para as comunidades rurais. A continuidade da participação comunitária, o suporte institucional da EMATER-MG e apoio dos órgãos públicos são essenciais para garantir a sustentabilidade e expansão do projeto, servindo como referência para outras áreas rurais do Brasil.

**Imagem 38:** Tanque de Evapotranspiração finalizado em dia de campo - São Gonçalo do Rio Preto (MG), 2021

**Fonte:** Acervo EMATER-MG

# REFERÊNCIAS


- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Saneamento Ambiental.** Brasília, 2019.
- CARVALHO, M. S., et al.. **Metodologia de extensão participativa de Minas Gerais (MEXPAR).** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2006.
- EMATER-MG. **Cartilha Tanques de Evapotranspiração.** Belo Horizonte: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. 2014.
- FIGUEIREDO, I. C. S. et al. **Bacia de Evapotranspiração (BET):** uma forma segura e ecológica de tratar o esgoto de vaso sanitário. Revista DAE, São Paulo, n. 220, vol. 67, Edição Especial - Novembro 2019.
- GALBIATI, Adriana Farina. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração.** Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Campo Grande, 2009.
- GALBIATI, C. (2009). **Tanque de evapotranspiração para tratamento de esgotos domésticos**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, 14 (4), 393-402. 2009.
- HEBERLE, M.; SILVA, B. M. D. C.; LIMA, C. S.; QUINTAL, R. S.; REMPEL, C.; DALZOCHIO, M. S. **Variações no microclima e características do solo em paisagens com diferentes coberturas vegetais:** ação de campo junto ao Morro da Harmonia – Teutônia/RS. Revista Destaques Acadêmicos, v. 9, n. 3, p. 283-295, ISSN: 2176-3070. Pernambuco. Lajedo. 2017.. Acesso em 30 de outubro de 2024.
- LORENZI, Harri; SOUZA, Hermes Moreira de. **Plantas Ornamentais no Brasil:** arbustos, herbáceas e trepadeiras. 3ed. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2001.

- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021.** Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 2021. Disponível em: https://www.gov.br/capacidades/panorama-do-saneamento-basico-no-brasil-2021. Acesso em: 20 out. 2024.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletins Epidemiológicos.** Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua). Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/vigilancia-saude/boletins-epidemiologicos. Acesso em: 20 out. 2024.
- OLIVEIRA NETTO A. P.; GUERRA L.R.M.; SILVA M.R.P.S e SILVA R.F.S. **Biorremediação Vegetal Do Esgoto Domiciliar:** O Caso Da Fossa Verde Em Comunidades Rurais Do Alto Sertão Alagoano. Revista Produção e Desenvolvimento, v.1, n.3, p.103-113, 2015. Acesso em 05 de junho de 2018.
- OLIVEIRA, R. V., et al. **Fossas sépticas biodigestoras como tecnologia alternativa para o tratamento de esgoto sanitário em áreas rurais.** Revista Ambiente & Água, 13 (2), 1-13, 2018.
- REMPEL, C.; DALZOCHIO, M. **Variações no microclima e características do solo em paisagens com diferentes coberturas vegetais:** ações de campo junto ao morro da harmonia - Teutônia/RS. Revista Destaques Acadêmicos, v. 9, n. 3, p. 283-295, ISSN: 2176-3070. Pernambuco. Lajedo. 2017.
- SEMAD - MG. **Nota técnica:** Normatização do uso da tecnologia TEvap pelo estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: SEMAD - MG, 2023.
- SOUZA, A. L. et al. **Despejo de esgoto em córregos e rios:** impactos no meio ambiente e na saúde pública. Revista de Saúde Ambiental, v. 10, n. 2, p. 45-56, 2018.
- SOUZA, L. S.; SATIRO, A.; MARTINS, B.; PRADO, C. **Tratamento de água negra domiciliar através de bananeiras por tanque de evapotranspiração.** Atas de Saúde Ambiental (São Paulo, online), ISSN: 2357-7614, Vol. 6, p. 235-248, Jan-Dez, 2018.
- SOUZA, V. S., et al. (2019). **Tanques de evapotranspiração como tecnologia de baixo custo para tratamento de esgoto em áreas rurais.** Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 23(1), 21-34. 2019.

EMATER Minas Gerais

AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

MINAS GERAIS

GOVERNO DIFERENTE. ESTADO EFICIENTE.

UFV Campus Florestal

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Minas Gerais
Campus Bambuí

# CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS