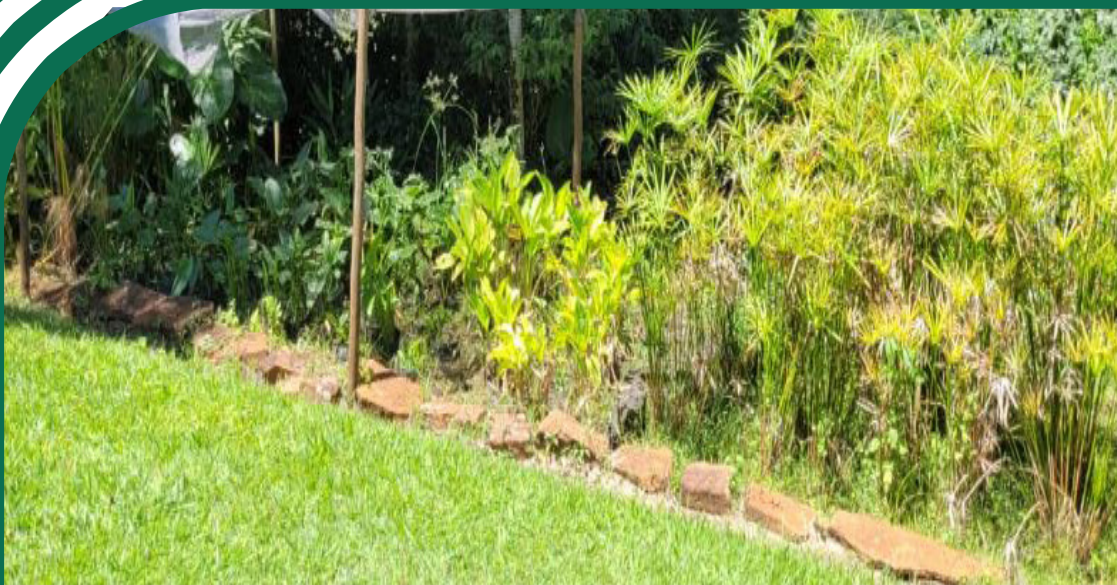


PROMOVENDO A SAÚDE NO CAMPO



JARDIM FILTRANTE NO TRATAMENTO DO ESGOTO

Parceria:



“O SENAR-SP está permanentemente empenhado no aprimoramento profissional e na promoção social, destacando-se a saúde do produtor e do trabalhador rural.”

TIRSO MEIRELLES

Presidente do Sistema FAESP/SENAR-SP



FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO

Gestão 2024-2028

FÁBIO DE SALLES MEIRELLES
Presidente Emérito

TIRSO DE SALLES MEIRELLES
Presidente

EDUARDO LUIZ BICUDO FERRARO
Vice-Presidente

JOÃO ANTÔNIO CASTILHO
Vice-Presidente

CYRO FERREIRA PENNA JUNIOR
Vice-Presidente

ENEIDA RAMALHO PASCHOAL
Vice-Presidente

MARCIO ANTÔNIO VASSOLER
Diretor 1º Secretário

ANTÔNIO AURÉLIO PERSONA
Diretor 2º Secretário

ADEMAR PEREIRA
Diretor 3º Secretário

PEDRO LUIZ OLIVIERI LUCCHESI
Diretor 1º Tesoureiro

WALTER BATISTA DA SILVA
Diretor 2º Tesoureiro

ANTÔNIO GINACK JUNIOR
Diretor 3º Tesoureiro



SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL

ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

CONSELHO ADMINISTRATIVO

TIRSO DE SALLES MEIRELLES
Presidente

DANIEL KLÜPPEL CARRARA
Representante da Administração Central

ROBERTO DOS SANTOS
Presidente da FETAESP

MILTON LUIZ SARTO
Representante do Segmento das Classes Produtoras

LUIZ FERNANDO MARTINI AULER
Representante do Segmento das Classes Produtoras

MÁRIO ANTONIO DE MORAES BIRAL
Superintendente

ROBERTO DE ALMEIDA DUARTE
Coordenador do Programa Promovendo a Saúde no Campo



SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL
ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DE SÃO PAULO



JARDIM FILTRANTE NO TRATAMENTO DO ESGOTO

SENAR-SP

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO

São Paulo - 2025

IDEALIZAÇÃO e CRIAÇÃO

Fábio de Salles Meirelles

Presidente Emérito do Sistema FAESP/SENAR-SP

COORDENAÇÃO EXECUTIVA

Tirso de Salles Meirelles

Mário Antonio de Moraes Biral

Roberto de Almeida Duarte

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Dr. Roberto de Almeida Duarte

Coordenador do Programa Promovendo a Saúde no Campo - PPSC

AUTORES

Ana Paula Zimbardi Lombardi

Engenheira Agrônoma

Carlos Renato Marmo

Engenheiro Civil – Embrapa

Cristina de Fatima Borgheti Mariano

Médica Veterinária

Elisângela Cristina Cendretti Bernardes de Souza

Engenheira Agrônoma

Wilson Tadeu Lopes da Silva

Químico – Embrapa

REVISÃO GRAMATICAL

Flavia Machado Duarte

DIAGRAMAÇÃO

Thais Junqueira Franco

Parceria EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eduardo Gabriel Geraldi

Técnico do Programa Promovendo a Saúde no Campo - PPSC

Sonia Câmara de Lima

Psicóloga e Técnica do Programa Promovendo a Saúde no Campo - PPSC

Tamiris Matos Xavier

Enfermeira do Trabalho no Programa Promovendo a Saúde no Campo - PPSC

Direitos Autorais: é proibida a reprodução total ou parcial desta cartilha, e por qualquer processo, sem a expressa e prévia autorização do SENAR-SP.

Material impresso no SENAR-SP

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO	9
INTRODUÇÃO - EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO	11
I. SANEAMENTO BÁSICO	13
II. O ESGOTO DOMICILIAR.....	15
III. JARDIM FILTRANTE NO TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS	19
IV. CONSTRUÇÃO DE UM JARDIM FILTRANTE.....	24
V. USO E MANUTENÇÃO	49
VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS - EMBRAPA.....	52
VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS - SENAR-SP	52
BIBLIOGRAFIA	53

APRESENTAÇÃO

 SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR-SP foi criado em 23 de dezembro de 1991 pela Lei nº 8.315 e regulamentado em 10 de junho de 1992 como Entidade de personalidade jurídica de direito privado sem fins lucrativos. A Administração Regional do Estado de São Paulo, por sua vez, foi criada em 21 de maio de 1993, com a presença do presidente emérito Dr. Fábio de Salles Meirelles, que já se preocupava com a saúde preventiva.

Instalado no Edifício Barão de Itapetininga – Casa do Agricultor Fábio de Salles Meirelles, mesmo prédio da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de São Paulo – FAESP, o SENAR-SP tem como objetivo organizar, administrar e executar, em todo o Estado de São Paulo, o ensino da Formação Profissional e da Promoção Social Rurais dos trabalhadores e produtores rurais que atuam na produção primária de origem animal e vegetal, na agroindústria, no extrativismo, no apoio, e na prestação de serviços rurais.

O Programa Promovendo a Saúde no Campo – PPSC, do SENAR-SP, com o intuito de contribuir para a melhoria da qualidade das atividades desenvolvidas, apresenta esta cartilha com tema relacionado à linha de ação Saúde Preventiva, desde 21 de Novembro de 1996.

O presidente emérito Dr. Fábio de Salles Meirelles teve a visão de idealizar o programa, destacando, como objetivo maior, beneficiar uma parte significativa do setor produtivo da sociedade, os pequenos produtores e trabalhadores rurais, contribuindo sobremaneira no que se refere à promoção da saúde física e mental.

Os recursos destinados às ações são considerados essenciais, pois pondera-se que a saúde é um direito que foi adquirido pela população mais carente em função do árduo e profícuo trabalho que é diariamente realizado, em prol do desenvolvimento da nação brasileira.

As cartilhas são recursos instrucionais de extrema relevância para o processo de Promoção Social e, seguindo metodologia própria, constituem um reforço para o conhecimento adquirido pela família rural nas atividades promovidas pelo SENAR-SP em todo o Estado, divulgando para vários estados brasileiros.

O aspecto multidisciplinar de diversas áreas do conhecimento, o treinamento de instrutores a partir de profissionais procedentes de vários setores (medicina, odontologia, enfermagem, sociologia, psicologia, agronomia, arquitetura etc.) e a multiplicação de informações a serem passadas à população-alvo constituem, sem sombra de dúvida, a originalidade deste trabalho.

O modelo (formação de formadores ou formação de multiplicadores), já utilizados em empresas para a formação profissional, representa um dos avanços nas ações de saúde.

TIRSO DE SALLES MEIRELLES

Presidente do Sistema FAESP/SENAR-SP

“PLANTE, CULTIVE E COLHA A PAZ”

INTRODUÇÃO

A presente cartilha tem por objetivo reforçar os conteúdos desenvolvidos na atividade de Saneamento Básico no meio rural, detalhando o Jardim Filtrante, uma tecnologia desenvolvida pela Embrapa para o tratamento do esgoto residencial conhecido como águas cinzas (banho, pias, cozinha e lavanderia). Estes temas são apresentados no Programa Promovendo a Saúde no Campo, do SENAR-SP.

Além do aspecto conceitual, esta cartilha oferece informações para despertar o interesse dos produtores rurais em melhorar suas condições de higiene e saúde, por meio do afastamento adequado do esgoto doméstico rural, em conformidade com a legislação vigente.

Abrangendo populações rurais dos 645 municípios do Estado de São Paulo, interessadas em se capacitar teórica e praticamente, tornando-se multiplicadoras da tecnologia do Jardim Filtrante da EMBRAPA / SENAR-SP.

A formalização do termo de cooperação técnica entre o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR-SP) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) tem como objetivo promover ações específicas do Programa Promovendo a Saúde no Campo (PPSC), através do novo curso de Saneamento Básico no meio Rural - Jardim Filtrante no tratamento do esgoto.

Priorizando a compreensão das formas corretas, do ponto de vista ambiental e sanitário, para o tratamento de esgoto de águas cinzas. Ela estimula uma reflexão sobre as práticas atuais e apresenta a técnica do Jardim Filtrante como uma solução para a disposição segura dos esgotos. Os benefícios incluem melhoria das condições sanitárias locais, nos aspectos visuais das propriedades, conservação dos recursos naturais, eliminação de focos de poluição e contaminação, melhoria da potencialidade humana, redução de doenças relacionadas à falta de tratamento adequado do esgoto doméstico, qualidade de Vida e sustentabilidade no campo.

Com as boas práticas recomendadas nesta cartilha, a vida no campo se tornará mais saudável e prazerosa, garantindo qualidade de vida e segurança alimentar tanto para os produtores rurais quanto urbanos.

Essa iniciativa contribui para o desenvolvimento sustentável da produção, promovendo saúde, segurança, competitividade e avanços sociais, assegurando a permanência do homem no campo.

Roberto de Almeida Duarte

Coordenador do Programa Promovendo a Saúde no Campo - PPSC

INTRODUÇÃO - EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO

A Embrapa Instrumentação foi criada em dezembro de 1984, em São Carlos (SP), com a proposta de produzir inovações em instrumentos, sensores, metodologias e materiais que contribuam para o aumento da produtividade e sustentabilidade do agronegócio. Combina físicos, químicos, engenheiros eletrônicos, engenheiros de materiais e de outras áreas das Ciências Exatas com o conhecimento de agrônomos e veterinários em um caráter de atuação multidisciplinar para o desenvolvimento de soluções tecnológicas pautadas no conhecimento e rigor científico, bem como alinhadas às necessidades do mercado. Possui três laboratórios nacionais multiusuários em Agricultura de Precisão, Agro-Fotônica e Nanotecnologia.

Desde 2001 o tema “Saneamento Básico Rural”, de extrema importância para o País, tem sido trabalhado na Embrapa Instrumentação com tecnologias simples, de custo acessível, e que já atingiram milhares de pessoas, como é o caso da Fossa Séptica Biodigestora, que conta com cerca de 12 mil unidades instaladas por parceiros nas cinco regiões do Brasil. Além das tecnologias, a equipe atua com olhar nos aspectos normativos, sociais, ambientais nas políticas públicas e na gestão dos sistemas instalados, bem como promove capacitações presenciais e virtuais para instituições públicas, privadas e do terceiro setor a fim de formar multiplicadores que contribuam na universalização do saneamento básico rural.

Uma dessas tecnologias baseada na natureza é o Jardim Filtrante, cujos estudos foram iniciados em 2011. Ele contribui com a sustentabilidade do meio ambiente ao evitar o descarte de esgoto não tratado, bem como permite a reutilização da água para irrigação de lavouras, lavagem de pisos e máquinas, entre outras, ou mesmo o descarte de maneira adequada. O sistema possibilita, ainda, harmonia paisagística por conta do uso de plantas ornamentais, conforme você vai conhecer, em detalhes, ao ler esta cartilha.

Agradecemos ao SENAR-SP pela parceria, que será fundamental para capacitar técnicos em todo o Estado para levar o Jardim Filtrante e as demais tecnologias para as pessoas que moram no campo ou em áreas isoladas. É com essa soma de competências que mais pessoas poderão ter menos doenças de veiculação hídrica, mais produtividade, renda, e também mais preservação das nascentes, dos rios, das bacias hidrográficas, enfim, do meio ambiente.

José Manoel Marconcini

Chefe Geral da Embrapa Instrumentação

I. SANEAMENTO BÁSICO

Saneamento é um termo derivado do verbo “sanear”, que remete à limpeza, à higiene, à boa saúde do ambiente e do homem.

A preocupação e o reconhecimento da importância do saneamento básico estão relacionados com a vida em comunidade e existem desde a antiguidade, quando os povos egípcios, assírios, babilônicos, gregos e romanos já cuidavam de suas águas e dejetos. A Embrapa criou uma animação em vídeo para mostrar um pouco dessa história. Para assistir ao vídeo, basta acessar o QR Code abaixo:



No Brasil, a história do saneamento básico se confunde com a formação e expansão das cidades, sempre próximas a rios e ribeirões, para assegurar água para a população. A água era utilizada para suprir as necessidades básicas de higiene, conforto, irrigação das culturas, e também para ajudar no esgotamento sanitário dos dejetos.

Historicamente, o Brasil apresenta um déficit no atendimento às necessidades sanitárias de considerável parcela da população, destacando a área urbana, cujos investimentos em infraestrutura sanitária são sempre maiores e de responsabilidade do poder público. Nas áreas rurais isso não deveria ser diferente, entretanto, grande parte do saneamento básico acaba ficando sob a responsabilidade do morador rural em relação ao planejamento, implantação e manutenção.

O saneamento básico é fundamental para o tratamento dos esgotos gerados nas atividades humanas e consequente melhoria das condições de saúde da população. Trata-se de um serviço essencial para o controle e a redução de doenças transmitidas pelo esgoto não tratado. Entretanto, não basta apenas afastar o esgoto do contato humano, também é necessário o tratamento correto para que não ocorra poluição do meio ambiente.

Há leis que protegem o meio ambiente e regulamentam as ações de captação de água e lançamento de esgotos, assim como a coleta, reciclagem, tratamento e disposição final de lixo. Como exemplos, podemos citar a Lei nº 11.445/2007, que define o saneamento básico, bem como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Parte da Lei nº 11.445/2007 foi incorporada à Lei nº 14.026/2020, conhecida como Novo Marco Legal do Saneamento Básico, pela qual se estabelecem as condições necessárias para a universalização dos serviços até 2033.

1. SANEAMENTO BÁSICO RURAL

A coleta e o tratamento do esgoto em áreas rurais é um grande desafio, pois não há rede coletora ou mesmo tratamento de esgoto sanitário como ocorre nas cidades. Na área rural, na maioria das vezes, a responsabilidade de fazer a implantação e operação dos sistemas de tratamento é dos proprietários rurais.

O Brasil possui uma Política Nacional para o Saneamento Básico Rural, a qual é descrita no Programa Nacional de Saneamento Rural (Funasa, 2019) e estabelece as condições adequadas para o abastecimento de água para o consumo, tratamento de efluentes e reúso de água para a produção, manejo e destinação de resíduos sólidos (lixo), além de regras para a implantação de sistemas de esgoto sanitário nas áreas rurais com o propósito de proteção da saúde pública e do meio ambiente.

O documento trata também dos aspectos sociais (mobilização, engajamento, capacitação dos beneficiários) e também da gestão dos sistemas instalados. Sem a união dos aspectos técnicos engenharia-social-gestão, as instalações de tratamento nas áreas rurais, mesmo quando bem executadas, tendem a ser abandonadas com o tempo por diversos fatores, isso resulta no desperdício de recursos e desmotiva o beneficiário para tomar outras ações de melhoria sanitária.

ATENÇÃO!!!

Verifique a legislação vigente em seu município ou região, seja no Plano Diretor Municipal ou no Plano Municipal de Saneamento Básico.



II. O ESGOTO DOMICILIAR

Com a utilização da água, ocorre a geração de esgoto que, além de poluir o meio ambiente, também é uma fonte de uma série de doenças. O esgoto está relacionado à água residual oriunda do consumo humano, portanto não deve ser confundido com outros tipos de efluentes industriais ou agrícolas. Deve-se ter cuidado para que o esgoto seja transportado em meios seguros para tratamento com a finalidade de evitar a poluição de solo e contaminações dos corpos de água (rios, lagoas, represas e águas subterrâneas). Entretanto, muitas vezes, os esgotos escoam a céu aberto e contribuem para formação de locais contaminados. Com a simples construção de um sistema de tratamento de esgotos sanitários na propriedade rural, pode-se resolver essa situação com segurança.

A disposição segura dos esgotos representa melhorias das condições sanitárias locais, dos aspectos visuais, conservação dos recursos naturais, eliminação de focos de poluição e de contaminação, redução de doenças relacionadas e consequente melhoria da qualidade de vida (saúde, trabalho, renda, educação, conforto etc.).



Figura 1. Acesso de animais em esgoto a céu aberto

De maneira mais ampla, os sistemas de tratamento de esgoto, de abastecimento de água e o manejo dos resíduos sólidos (lixo) contribuem para a preservação do meio ambiente e para a prevenção de doenças. Assim, de maneira indireta, influenciam de forma positiva a produtividade agropecuária e a segurança alimentar.

1. CONHEÇA OS TIPOS DE ESGOTOS

- Esgotos domésticos: são os esgotos gerados em uma residência (banheiros, cozinha e lavanderia);
- Esgoto bruto: é esgoto sem qualquer tipo de tratamento e que causa contaminação e poluição;
- Esgoto tratado: esgoto que passa por um processo de tratamento, mesmo que simplificado, para minimizar a poluição e eliminar as doenças associadas.

O esgoto doméstico pode ser tecnicamente dividido em:

- Águas cinzas: esgoto gerado nas atividades domésticas, como: banho (chuveiros), lavagem de louça e roupa, pias, tanques, entre outros. Corresponde a aproximadamente 80% do esgoto residencial e recebe esse nome devido à aparência acinzentada. Possui resíduos de alimentos e gorduras, bem como sabões, detergentes e outros produtos de limpeza usados no ambiente doméstico.
- Águas Escuras: é o esgoto do vaso sanitário. Tem maior potencial de transmitir doenças ao ser-humano e aos animais devido à alta quantidade de micro-organismos transmissores de doenças, assim como de causar danos ao meio ambiente em função da elevada carga orgânica.

ATENÇÃO!!!

A contaminação ocorre quando há o descarte de resíduos no meio ambiente de substâncias contaminantes (químicas ou biológicas) em concentração acima do valor máximo permitido pelas normas.

Poluição é qualquer alteração das características físicas, químicas e biológicas do meio que causa efeitos prejudiciais, nocivos, tóxicos etc. ao meio ambiente em geral, incluindo às pessoas.

2. A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A demanda por água doce no planeta é crescente e avança em uma velocidade proporcional ao desenvolvimento urbano, às necessidades de saneamento básico, e à expansão das atividades econômicas (residencial, industrial, comercial, agrícola).

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), o número de habitantes no mundo que – em 2023 estava em torno de 7,8 bilhões – deve chegar aos 10 bilhões até 2050. Segundo UN-Water, somente 2,5 % da água do planeta é doce e a maioria desse tipo de água está indisponível nas geleiras. Somente 0,5 % de toda a água do planeta se encontra disponível em aquíferos, chuvas, lagos, reservatórios e rios.

Diante da necessidade de uso racional dos recursos hídricos, hoje as chamadas “águas de reúso” são uma solução para aliviar essa pressão sobre os mananciais superficiais e subterrâneos (rios, lagos, poços artesianos etc.) que garantem o abastecimento de cidades, indústrias e atividades agropecuárias.

ATENÇÃO!!!

O reúso de esgoto tratado, de maneira geral, não possui uma norma brasileira específica. De qualquer maneira o reúso deve ser feito de maneira adequada e que garanta segurança ao trabalhador, ao alimento e ao meio ambiente.

3. APRENDA SOBRE O REÚSO DAS ÁGUAS CINZAS

A água é a substância mais importante para os seres vivos. Para o ser-humano, isso não é diferente. De maneira geral, a água tem os chamados “usos múltiplos”: abastecimento humano; dessedentação animal; irrigação; uso industrial; uso paisagísticos; preservação dos recursos naturais; geração de energia; etc. Cada vez mais, com a chegada das mudanças climáticas globais e o aumento da demanda, existe uma preocupação maior pelo aumento da eficiência no uso da água. Se não tomarmos cuidado, vai faltar.

A cada dia, o aproveitamento das águas pluviais (chuvas) e o reúso águas residuárias, provenientes de residências, indústrias e do agronegócio se torna urgente para a redução de custos e sustentabilidade ambiental.

De maneira geral, a água de reúso é todo o tipo de resíduo líquido gerado em residências, comércios, fábricas ou na agropecuária que é submetido ao tratamento físico, químico ou biológico para, então, ser reaproveitado em outras atividades que dispensam o uso de água potável.

O reúso de águas cinzas é corriqueiro em alguns casos. O exemplo mais comum é o uso da água da máquina de lavar roupas para lavar calçadas para evitar o uso de água tratada para um fim menos nobre. Entretanto, esse exemplo é único porque, na maioria dos casos, é necessário algum tipo de tratamento para a remoção de contaminantes, tais como gorduras, óleos, restos de alimentos, entre outras substâncias.

As águas cinzas têm baixo potencial relativo de contaminação humana, pois a quantidade de micro-organismos transmissores de doenças é relativamente baixa, bem como de substâncias tóxicas. Assim, seu reúso é possível por meio de sistemas bastante simplificados de tratamento. Nas áreas rurais, os tipos de reúso mais comuns das águas cinzas são para limpeza de galpões, pisos e máquinas agrícolas, bem como em irrigação de pequenas áreas e jardins.

As águas cinzas são pobres em nutrientes para as plantas, portanto, o efeito do uso em uma dada cultura é de uma irrigação convencional. Como provavelmente não serão realizadas análises corriqueiras do efluente, recomenda-se que o líquido – mesmo que tratado – seja aplicado diretamente no solo (sulcos fechados ou gotejamento) e não entre em contato com as partes comestíveis da planta. As águas cinzas, mesmo que tratadas, não podem ser utilizadas em dessedentação animal.

ATENÇÃO!!!

Antes de fazer qualquer reúso agrícola, é recomendável uma análise da qualidade do efluente para confirmar se não há resíduos tóxicos ou micro-organismos transmissores de doenças. No caso de efluentes domésticos tratados, a forma de reúso também depende do tipo do tratamento, e se o esgoto está separado entre águas cinzas e escuras antes do tratamento.

4. VANTAGENS DO REÚSO DAS ÁGUAS CINZAS NO MEIO RURAL

Hoje, a água de reúso é uma solução inteligente, econômica e sustentável adotada no meio rural e urbano, que podem usufruir de suas múltiplas vantagens:

- Redução do volume de esgoto descartado;
- Economia do uso da água;
- Conservação dos recursos hídricos e do solo;
- Minimiza a poluição hídrica nos mananciais;
- Estimula o uso racional e a conservação de água;
- Permite a reciclagem de nutrientes;
- Garante a sustentabilidade ambiental;
- Economia financeira;
- Reduz a poluição das fontes de água;
- Aumento da oferta de água para usar na irrigação e produzir alimentos para a família e seus rebanhos;
- Segurança alimentar e geração de renda;
- Promove a agricultura com base agroecológica.



III. JARDIM FILTRANTE NO TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

O tratamento das águas cinzas é importante para garantir que as pessoas e o meio ambiente não sejam contaminados e que seu reúso seja feito de maneira segura, eficiente e sustentável, com economia para preservar a água potável.

A forma de tratamento empregada depende da qualidade do tratamento, do tipo de reúso e do conteúdo presente nas águas cinzas.

Os princípios de tratamentos mais comuns utilizados são:

Físico-Químico

Este tipo de tratamento possibilita a reutilização da água cinza, que passa por etapas associadas de tratamentos físico-químicos (geralmente, decantação, flotação e filtração) de forma a retirar poluentes minerais, óleos e matéria orgânica sedimentável. Existem processos físico-químicos mais complexos, como a ultrafiltração e a filtração por osmose reversa, que raramente são utilizadas no Brasil.

Químico

Os tratamentos químicos se baseiam em processos que visam a adição de uma substância química (sulfato ou cloreto de ferro ou alumínio) que promove o aumento de partículas presentes na água (processo de coagulação) e, assim, é possível a sedimentação do material na parte inferior dos tanques de tratamento. Um processo químico importante é também a desinfecção por processos oxidativos, é feita por meio da adição de cloro ativo ou ozônio na água.

Biológico

O tratamento biológico ocorre pela ação de algas, bactérias e outros micro-organismos. É um processo simples, barato e bastante eficiente. Pode ser aeróbio (na presença de oxigênio), anaeróbio (sem a presença de oxigênio) ou facultativo (no qual os micro-organismos se adaptam rapidamente às diferentes concentrações de oxigênio dissolvido). Processos aeróbios são mais rápidos, mas geram mais resíduos sólidos (lodo). Processos anaeróbios são mais lentos e geram menos lodo.

A Fossa Séptica Biodigestora, desenvolvida pela Embrapa Instrumentação, é um bom exemplo de sistema anaeróbio de tratamento de esgoto (exclusivamente do vaso sanitário) na área rural. Se quiser saber mais sobre essa tecnologia, assista ao vídeo na internet, com acesso pelo QR Code ao lado.



1. JARDIM FILTRANTE PARA O TRATAMENTO DAS ÁGUAS CINZAS NA ÁREA RURAL

1.1. O tratamento das águas cinzas

As águas cinzas merecem certa atenção, pois são impregnadas de sabões, detergentes, alvejantes, desinfetantes, amaciantes entre outros produtos de limpeza, assim como de restos de alimentos e gorduras.

O tratamento das águas cinzas é importante para a saúde da população e a preservação ambiental. No Brasil, existem algumas alternativas para o tratamento das águas cinzas de maneira ambientalmente adequada, desde que sejam seguidas algumas premissas relacionadas aos aspectos construtivos, à eficiência na remoção de contaminantes e às características locais para que o sistema funcione adequadamente.

Do ponto de vista construtivo, é importante que seja simples de instalar e com materiais que possam ser encontrados sem muita dificuldade em praticamente todo o Brasil. Também do ponto de vista cotidiano, deve ser de simples manejo e de fácil compreensão pelo beneficiário, que será o responsável pela operação do sistema.

Em relação à eficiência, o sistema deve ser projetado e dimensionado para atender às necessidades do local, não sendo nem menor (o que prejudicaria o tratamento) e nem maior (o que gera custos) que o necessário. Assim, antes de construir, é preciso consultar um especialista ou ler documentos técnicos, como este manual, por exemplo.

Finalmente, com relação às premissas, além do que já foi descrito acima, é fundamental que os esgotos estejam separados (águas cinzas em tubulações separadas do esgoto do vaso sanitário) e, no mais, dependem de cada tipo de tecnologia. No caso do Jardim Filtrante, tecnologia desenvolvida pela Embrapa Instrumentação para tratamento de águas cinzas, deve haver um espaço para instalação do sistema de aproximadamente 10m x 4m. É importante que o beneficiário esteja ciente que deverá retirar periodicamente restos de gordura e sólidos do sistema, bem como deverá retirar o excesso de plantas sempre que necessário. Como vantagem, tem-se um sistema muito bonito do ponto de vista paisagístico (daí o nome de Jardim Filtrante) e o esgoto tratado pode ser utilizado em irrigação ou na limpeza de pisos e máquinas.

1.2. Conheça o Jardim filtrante

O Jardim Filtrante é um pequeno lago impermeabilizado por baixo que contém pedras, areia e plantas aquáticas, com simples manutenção para tratamento do esgoto proveniente de pias, tanques e chuveiros, ricos em sabões, detergentes, restos de alimentos e gorduras (águas cinzas).



Figura 3. Jardim Filtrante instalado pela Embrapa Instrumentação no Sítio São João, em São Carlos. Acervo Embrapa.

O Jardim Filtrante, também denominado tecnicamente como tratamento por Zona de Raízes ou Alagados Construídos, ou seu nome em inglês Constructed Wetlands, é uma tecnologia baseada na natureza para tratar efluentes como o esgoto residencial de maneira simples e eficiente, sem a adição de produtos químicos.

É uma tecnologia com base nos processos físico-químicos e biológicos que ocorrem em uma área alagada natural, como brejos ou pântanos. O Jardim Filtrante é formado por um pequeno lago impermeabilizado por baixo e preenchido com pedras e areia. Nesse ambiente são introduzidas macrófitas aquáticas (plantas adaptadas para ambiente úmidos), que criam um processo de simbiose com micro-organismos presentes nas raízes das plantas. Esse processo biológico, associado à filtração decorrente da areia e da brita promove o tratamento. Ao comparar com os brejos ou pântanos, essas instalações são menores e criadas artificialmente.

A técnica é baseada na interação entre as plantas, micro-organismos e substratos presentes para extrair, fixar e tratar poluentes. O processo ocorre na rizosfera, onde as raízes das plantas crescem e conseguem absorver água, sais minerais e nutrientes, além de estabelecerem relações com outros micro-organismos, como bactérias e fungos.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização das Nações Unidas (ONU), entre outras instituições, periodicamente realizam alertas que a água doce está se tornando um recurso natural escasso no planeta. Diante desse contexto, torna-se necessário o desenvolvimento de condutas para a economia desse recurso de tamanha importância para a sobrevivência humana e dos demais seres vivos. Assim, a prática de reutilização da “água cinza” tratada se faz necessária, pois possibilita diversas aplicações de uso da água. Com a utilização da técnica de tratamento pelo Jardim Filtrante, o líquido tratado pode ser reutilizado, ou descartado de maneira adequada no meio ambiente.

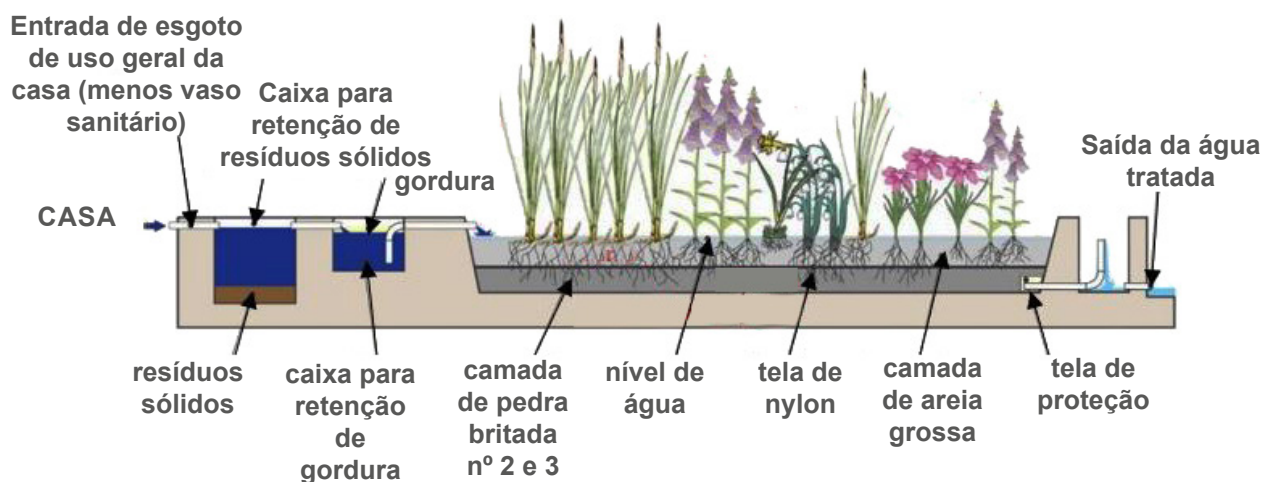


Figura 4. Esquema de visão lateral do Jardim Filtrante desenvolvido pela Embrapa Instrumentação. Ilustração: Valentim Monzane. Acervo Embrapa.

Os sistemas alagados construídos, como o Jardim Filtrante, possuem três “atores” principais responsáveis pelo tratamento:

Meio suporte – Formado pelas camadas de brita e areia

- Atua como suporte físico para as plantas;
- Serve como meio de aderência para os micro-organismos presentes;
- Responsável pela remoção de compostos orgânicos e inorgânicos por meio de processos físicos, principalmente filtração.

Macrófitas aquáticas – Espécies vegetais com raízes adaptadas para áreas úmidas e alagadas

- Absorvem nutrientes e contaminantes da água;
- Promovem o aumento da área de contato e a aderência de micro-organismos nas raízes, caule e rizomas;
- Conduzem oxigênio até as raízes, promovendo microambientes com condições mais oxidativas.

Micro-organismos – Associados ao meio suporte (areia e brita) e às raízes das plantas. São capazes de remover contaminantes da água por meio de processos biológicos. São os principais responsáveis no tratamento do efluente.

- Formados, em sua maioria, por bactérias, fungos e algas microscópicas;

- Ciclam nutrientes e mantêm as condições de vida no meio;
- Compartilham nutrientes com as plantas;
- Promovem interação com outros organismos no processo de tratamento.

No ambiente da propriedade rural o Jardim Filtrante é responsável pela sustentabilidade, além de promover a harmonia paisagística por meio de uma operação e manutenção bastante simples. Essa tecnologia é uma adaptação do desenvolvimento de pesquisa da Embrapa Instrumentação para complementar o uso da Fossa Séptica Biodigestora para garantir a sanidade ambiental e a segurança alimentar do meio rural. Para conhecer mais detalhes a respeito do trabalho da Embrapa em Saneamento Básico Rural, acesse www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural.

Para o dimensionamento do Jardim Filtrante no tratamento das águas cinzas, deve-se considerar dois metros quadrados de área superficial por morador. Por exemplo, em uma casa com cinco pessoas, o sistema terá dez metros quadrados de área. O Jardim Filtrante deve ser mais comprido do que largo para que o tratamento seja mais eficiente.

Segundo o recomendado em textos técnicos, o comprimento deve ser de 2 a 5 vezes maior que a largura. A configuração padrão de uma residência de até cinco moradores é 2,0 metros (largura) x 5,0 metros (comprimento) x 0,5 metro de profundidade.

1.3. Conheça as vantagens do Jardim Filtrante

- Contribui com a sustentabilidade do meio ambiente, pois evita o descarte de esgoto não tratado;
- O sistema possibilita harmonia paisagística por meio do uso de plantas ornamentais;
- Custo de instalação;
- Simplicidade na implantação e manutenção;
- Durante a manutenção, o excedente das plantas pode ser cortado e guardado para ser utilizado em compostagem ou até mesmo como venda de mudas (caso o beneficiário seja viveirista);
- Permite a reutilização da água para irrigação de lavouras, limpeza de galpões agrícolas, entre outras formas, ou mesmo o descarte no ambiente de maneira adequada;
- O efluente tratado pode ser descartado diretamente em curso de água;
- Evita proliferação de mosquitos e, conseqüentemente, de doenças transmitidas por eles;
- Não libera odores desagradáveis.

IV. CONSTRUÇÃO DE UM JARDIM FILTRANTE

1. O QUE PRECISAMOS PARA CONSTRUIR UM JARDIM FILTRANTE

ATENÇÃO!!!

Para uma família de cinco pessoas, o Jardim Filtrante deve ter as dimensões de 5,0 metros x 2,0 metros x 0,5 metro (Comprimento x Largura x Profundidade). Essa será a dimensão adotada neste manual. Se na residência houver mais que cinco moradores, aumente em 2 m² a área superficial do Jardim Filtrante para cada morador adicional, sempre mantendo a proporção comprimento/largura de 5:2.

OBSERVAÇÃO: Do ponto de vista de critérios normativos, com o dimensionamento proposto pela Embrapa, a taxa de aplicação orgânica máxima será de 15g DBO/m².dia e a taxa de aplicação hidráulica superficial máxima será de 0,06 m³/m².dia. Estes parâmetros atendem adequadamente os requisitos exigidos na norma 17076:2024 da ABNT.

1.1. Ferramental necessário para construção do Jardim Filtrante

Na tabela abaixo, pode-se verificar todo o ferramental necessário para montar um Jardim Filtrante:

FERRAMENTA	QUANTIDADE
Trena de 5 metros (ou maior)	1
Estacas de 60 cm	10
Marreta	1
Linha de pedreiro	1
Mangueira de nível com 10 metros	1
Cavadeira reta	2
Enxada	2
Enxadão	2
Pá	4
Vanga	2
Picareta	2
Carriola	2
Forcado agrícola de 4 dentes com cabo	2
Furadeira elétrica com mandril de 13 mm ou ½ polegada	1
Adaptador de serra copo para furadeira elétrica	1
Serra copo de 102 mm	1
Serra copo bimetal de 65 mm (preferencial) ou 70 mm ou 76 mm	1

Broca de 10 mm	1
Arco de serra com lâmina de 24 dentes	1
Estilete	1
Régua de pedreiro em alumínio (2 metros)	1
Régua de nível	1
Aplicador (pistola) de silicone	1
Extensão elétrica (30 metros ou maior)	1
Fita veda rosca (rolo pequeno)	1

 ARCO DE SERRA	 CAVADEIRA RETA	 PICARETA
 ENXADA	 PÁ	 MARRETA
 ENXADÃO	 VANGA	 FORCADO
 CARRIOLA	 ESTACA DE MADEIRA	 LINHA DE PEDREIRO

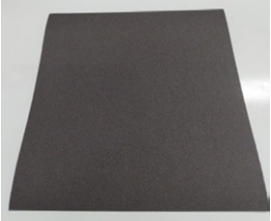
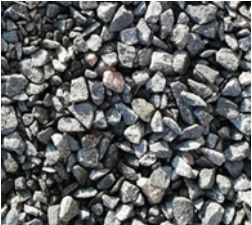
		
TRENA	ADAPTADOR PARA SERRA COPO	SERRA COPO
		
RÉGUA DE NÍVEL	FURADEIRA ELÉTRICA	MANGUEIRA DE NÍVEL
		
RÉGUA DE PEDREIRO EM ALUMÍNIO	APLICADOR DE SILICONE	

1.2. Material necessário para construir o Jardim Filtrante

MATERIAL	QUANTIDADE
Geomembrana EPDM ou PEAD ou equivalente, espessura 0,5 a 0,8mm, nas dimensões de 7 m x 4 m	1 unidade
Membrana Geotêxtil, tipo Bidim, nas dimensões de 7 m x 4 m	2 unidades
Areia grossa	2,5 m ³
Pedra britada número 2 ou 3	2 m ³
Anel de vedação de 100 mm	7 unidades
Caixa d'água (100 litros)	1 unidade
Caixa de gordura (DN100) de 42 litros, com tampa e cesto para retirada de sólidos	1 unidade
Tela de nylon, tipo mosquiteiro, com largura de 1,2 m	10 metros
Lixeira plástica reforçada de 60 L (ou maior) com tampa (altura mínima de 50 cm, sem tampa)	1 unidade

Flange de PVC Marrom 60 mm x 2"	4 unidades
Tubo PVC marrom soldável 60 mm	4 metros
Adaptador de PVC marrom solda rosca curto 60 mm x 2"	2 unidades
Joelho 90° PVC marrom soldável 60 mm	1 unidade
Cola (adesivo) de PVC (bisnaga de 75 g)	1 unidade
Tubo de PVC 100 mm esgoto (barra de 6 m)	1 barra
Luvas de PVC esgoto 100 mm	3 unidades
Curva longa 90° PVC esgoto 100 mm	1 unidade
Lixa de pano grão 80	2 folhas
Pasta lubrificante (bisnaga 160 g)	1 unidade
Selante PU 40 (bisnaga de 400 g)	1 unidade
Macrófitas aquáticas (verificar lista de espécies abaixo)	15 mudas
Tubo de PVC 100 mm esgoto e demais conexões (para ligar o esgoto da casa ao Jardim Filtrante)	Quantidade necessária

 CAIXA DE ÁGUA 100 LITROS	 CAIXA DE GORDURA 42L	 GEOMEMBRANA EPDM
 MEMBRANA GEOTÊXTEIS	 TUBO DE PVC 100MM	 CURVA LONGA DE PVC 100MM
 LUVA DE PVC 100 mm	 SELANTE PU	 PASTA LUBRIFICANTE

		
ANEL DE VEDAÇÃO (O`RING)	TELA DE NYLON	AREIA GROSSA
		
LIXA DE FERRO	PEDRA BRITADA Nº 2 ou 3	FLANGE PVC 60 MM X 2"
		
ADAPTADOR SOLDA COLA 60 mm x 2"	TUBO PVC MARROM 60 MM	JOELHO 90° PVC MARROM SOLDÁVEL 60 MM
		
LIXEIRA PLÁSTICA COM TAMPA (60 L)	FITA VEDA ROSCA	ADESIVO PLÁSTICO PARA PVC

ATENÇÃO!!!

EPDM (terpolímero de etileno propileno dieno) é um tipo de borracha sintética com uma ampla gama de aplicações. Devido à sua elasticidade, é o melhor material para impermeabilizar o Jardim Filtrante. Em alguns momentos, o valor pode ser alto ou inacessível e, nesse caso, pode ser substituído por outros materiais mais rígidos, como PEAD ou PVC, porem, nesses casos é preciso maior cuidado no preparo, pois o solo e as paredes devem estar muito bem compactados para evitar movimentações pós instalação. Se isso ocorrer, pode haver rompimento do material, promovendo vazamentos.

A geomembrana não pode ser substituída por lona plástica ou mulching, que são muito frágeis e se rompem com facilidade, fazendo com que o líquido contaminado e ainda em processo de tratamento no Jardim Filtrante penetre no solo.

1.3. Espécies de plantas indicadas

As plantas absorvem os nutrientes presentes no efluente, bem como as substâncias tóxicas, além disso, os micro-organismos que estão nas raízes das plantas aquáticas fazem a decomposição dos poluentes. A principal função das plantas no sistema é para favorecer a atividade microbiana perto das suas raízes e, com isso, melhorar a eficiência do tratamento.

Ao escolher as espécies vegetais deve-se considerar o potencial de tolerância, aos elementos tóxicos e verificar os seguintes critérios:

- Macrófita aquática: Planta que se desenvolve em meios encharcados com água (plantas de brejo). Devem ser facilmente encontradas na região, preferencialmente, terem aspecto bonito.
- Rusticidade: capacidade de sobreviver às condições de exposição ao ambiente em que se encontram.
- Tolerância a diversos tipos de poluentes presentes no esgoto.
- Enraizadas fixas: não podem ser flutuantes. Plantas como o aguapé (Eichhornia), por exemplo, não devem ser usadas.
- Ornamentais: Para valorizar o paisagismo do ambiente.

Na tabela abaixo, são apresentadas algumas macrófitas aquáticas indicadas que podem ser utilizadas no Jardim Filtrante.

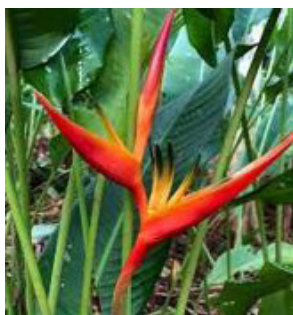
NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO
Cavalinha	<i>Equisetum hiemale</i>
Copo de Leite	<i>Zantedeschia aethiopica</i>
Helicônia	<i>Heliconia psittacorum</i>
Inhame paisagístico	<i>Colocasia esculenta</i>
Íris amarela	<i>Iris pseudoachorus</i>
Lírio do brejo	<i>Hedychium coronarium</i>
Orquídea Bambu	<i>Arundina bambusifolia</i>
Papirus ou Papiro do Nilo	<i>Cyperus papyrus</i>
Sombrinha chinesa ou Papiro Chinês	<i>Cyperus alternifolius</i>
Taboa	<i>Typha domingensis</i>
Thalia em pó	<i>Thalia dealbata</i>
Veronica aquática	<i>Veronica anagallis aquatica</i>



Cavalinha



Copo de Leite



Helicônia



Inhame paisagístico



Íris amarela



Lírio do brejo



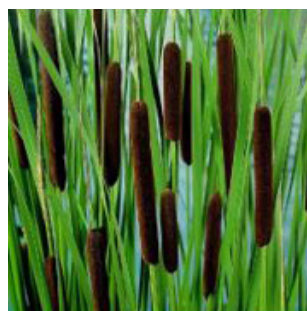
Orquídea Bambu



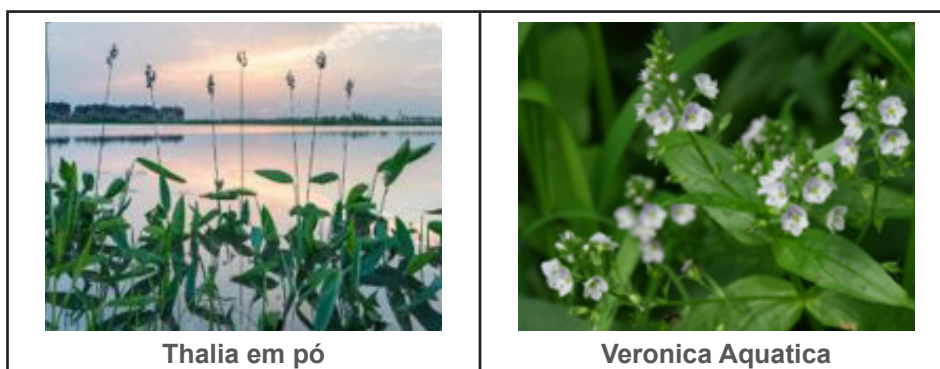
Papiro do Nilo



Sombrinha chinesa



Taboa



Outras macrófitas presentes na região podem ser utilizadas, desde que sigam as recomendações descritas no item 1.3 acima. Algumas plantas se adaptam melhor ou pior ao ambiente do tratamento. Assim, ao testar uma planta, leve este aspecto em consideração.

2. PASSO A PASSO DA CONSTRUÇÃO DO JARDIM FILTRANTE

2.1. Escolha do local para a instalação

Todas as águas cinzas da casa deverão ser ligadas ao Jardim Filtrante. Só não pode ser ligado o esgoto do vaso sanitário, que deve ir para a Fossa Séptica Biodigestora ou outro sistema de tratamento de esgoto.

As recomendações a serem observadas, para a escolha do local de instalação do Jardim Filtrante, devem ser:

- A área reservada para construir o Jardim Filtrante deve ser de, aproximadamente, 10 metros x 4 metros;
- Para facilitar o fluxo da água, o sistema deve ser instalado abaixo do nível da instalação de esgoto da águas cinzas;
- Possuir distância menor que 30 metros da casa;
- Local da instalação deve ser plano ou com pouca declividade;
- Local que receba luz direta do sol;
- Local de visibilidade em virtude do efeito paisagístico;
- Não pode ser área sujeita a inundações e
- Devem-se respeitar as áreas de preservação permanente (APP).

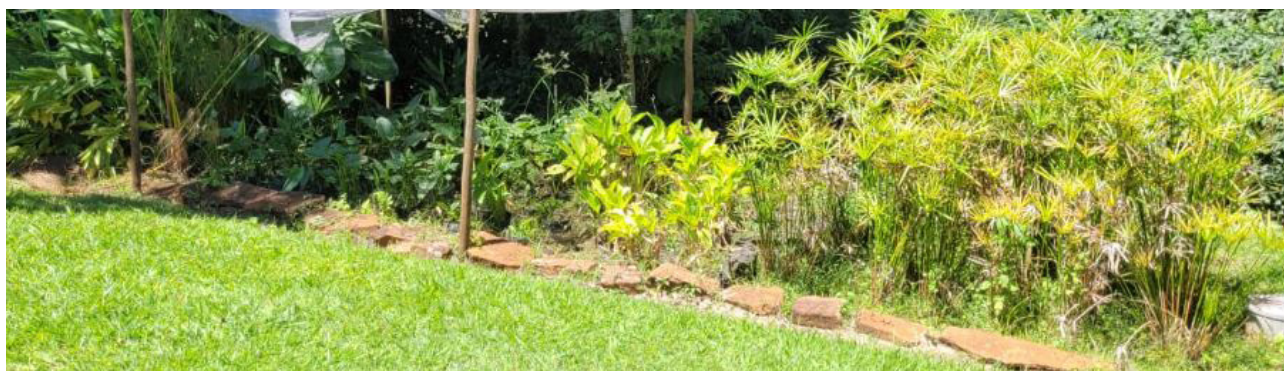


Figura 5: Foto de Jardim Filtrante instalado no Sítio São João, em São Carlos/SP (Instagram: @escoladafloresta).

2.2. Procedimentos de instalação do Jardim Filtrante

O sistema de tratamento no qual o Jardim Filtrante é o componente principal é composto por quatro partes principais:

- Caixa de retenção de sólidos;
- Caixa de gordura;
- Jardim Filtrante;
- Regulador de nível (monge) e saída do efluente tratado.

A figura 6 abaixo apresenta, de maneira esquematizada, os componentes e sua ordem.

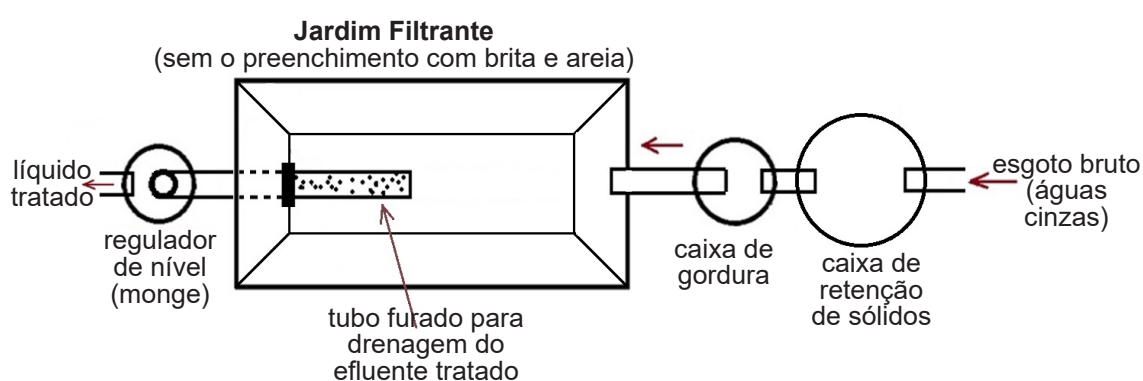


Figura 6: Componentes principais do sistema de tratamento (não está em escala). Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.

2.3. Defina a posição do Jardim Filtrante e marque o local.

ATENÇÃO!!!

Para definir a posição de instalação do Jardim Filtrante, deve-se conhecer a profundidade da tubulação, de tal maneira que esteja próximo à superfície na posição da caixa de retenção de sólidos (Figura 7).

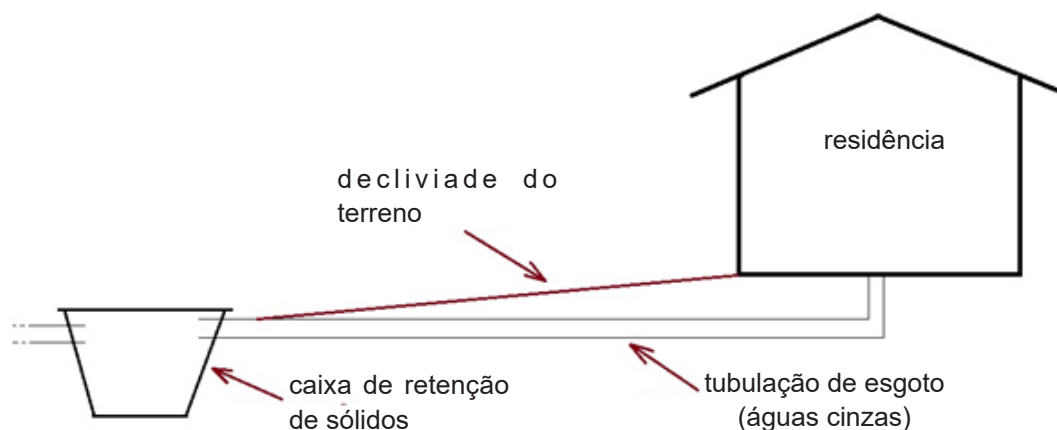


Figura 7: Posicionamento da caixa de retenção de sólidos com relação à tubulação de esgoto da residência. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.

ATENÇÃO!!!

Marque o local, nas dimensões da planta baixa, dimensionando com auxílio de trena, estacas, marreta e linha (Figura 8). Sugestão: Faça uma marcação no solo com cal ou outro material e depois retire a linha e as estacas.

No lado da entrada do Jardim Filtrante, reserve mais dois metros lineares, para instalar a caixa de retenção de sólidos e a caixa de gordura. No lado da saída, reserve mais um metro linear para instalar o monge.

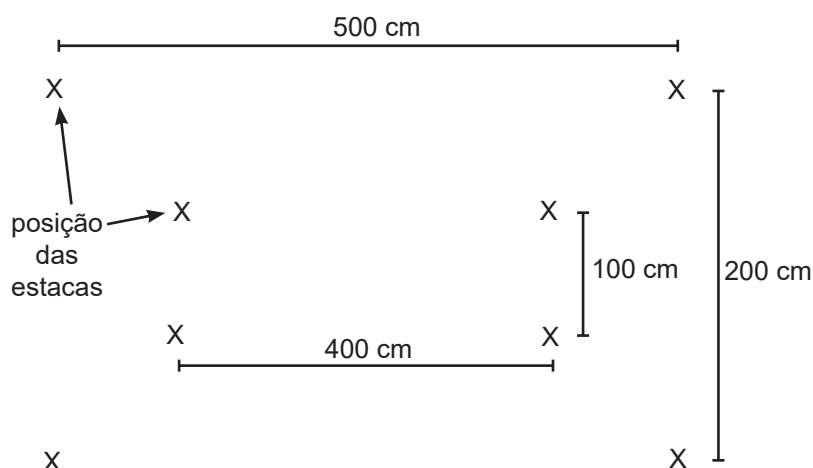


Figura 8: Posicionamento das estacas para marcação do local onde será feita a escavação. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.

2.4. Cave o buraco com as ferramentas apropriadas (enxada, enxadão, pá, cavadeira, vanga etc.) no solo com aproximadamente 50 cm de profundidade. Para facilitar a escavação manual, comece fazendo o burado pelas marcações internas (100 cm x 400 cm). Depois, desbaste as laterais, de maneira que o talude fique com uma inclinação de aproximadamente 45 graus. A figura 9 mostra como deve ser feita a escavação

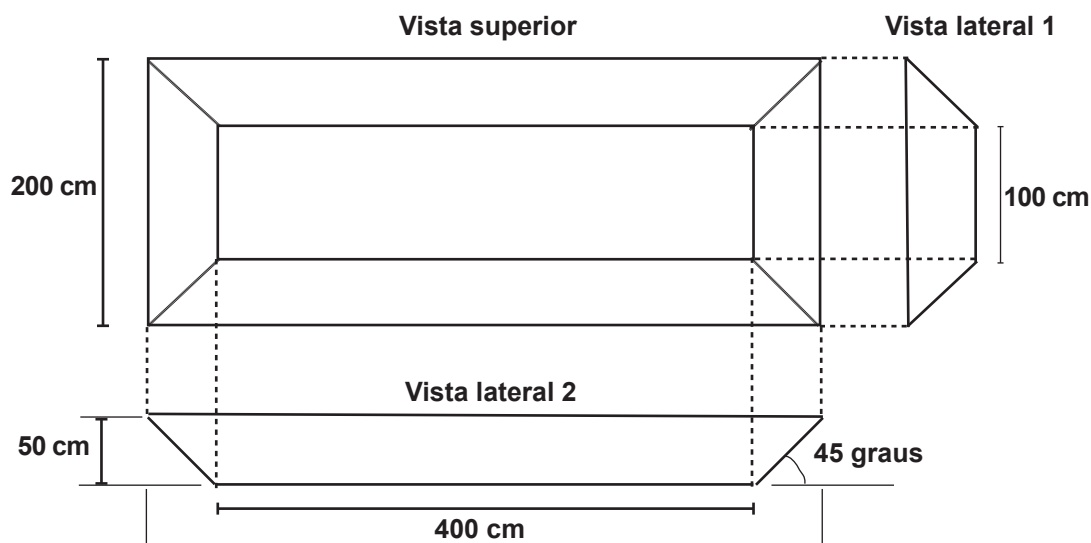


Figura 9: Detalhes das dimensões da cova do Jardim Filtrante, para uma residência com até cinco moradores. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.



Figura 10: Fotos de uma cova onde será instalado o Jardim Filtrante. Autor: Carlos Renato Marmo.

2.5. Nivele o buraco e acerte o terreno ao redor

ATENÇÃO!!!

O Jardim Filtrante deve estar nivelado na sua base e laterais. Além disso, é necessário que o nível do terreno seja devidamente ajustado. Jamais utilize cortes de 90° no terreno, para evitar desbarranque (prefira cortes de 45°). No talude, utilize grama para reduzir a erosão. A figura 11 faz uma representação exemplificada do ajuste do terreno, caso seja necessário.



Figura 11: Ajuste do terreno onde será instalado o Jardim Filtrante. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.

ATENÇÃO!!!

Retire todo material como pedras, pedriscos, torrões etc. que possam perfurar a geomembrana (manta de “borracha”) que promove a impermeabilização do sistema.

2.6. Faça os buracos onde serão instalados a caixa de remoção de sólidos, a caixa de gordura e o Monge e deixe as tubulações preparadas. Coloque os componentes nos locais de instalação, antes de colocar a geomembrana.

ATENÇÃO!!!

Sempre que possível, não cole os tubos de PVC. Utilize o anéis de vedação do tipo “o-ring” nas bolsas dos tubos de esgoto de 100 mm. Utilize pasta lubrificante para facilitar o encaixe dos tubos e conexões.



Figura 12: Posicionamento da caixa de gordura e locais dos tubos. Acervo Embrapa.



Figura 13: Local onde será instalado o Jardim Filtrante. Detalhes da foto: (i) Note a posição da tubulação de entrada e (ii) Foi necessário o uso de compactador manual (socador) para acomodar o solo das laterais. Acervo Embrapa.



Figura 14: Entrância feita na posição de saída do Jardim Filtrante, onde será instalado o Monge. A partir daquele ponto, será feita a rede de saída do líquido tratado. Acervo Embrapa.

2.7. Instale uma pequena caixa de decantação (100 litros) e uma caixa de gordura, antes da entrada do Jardim Filtrante

ATENÇÃO!!!

O Jardim Filtrante não recebe o esgoto do vaso sanitário.

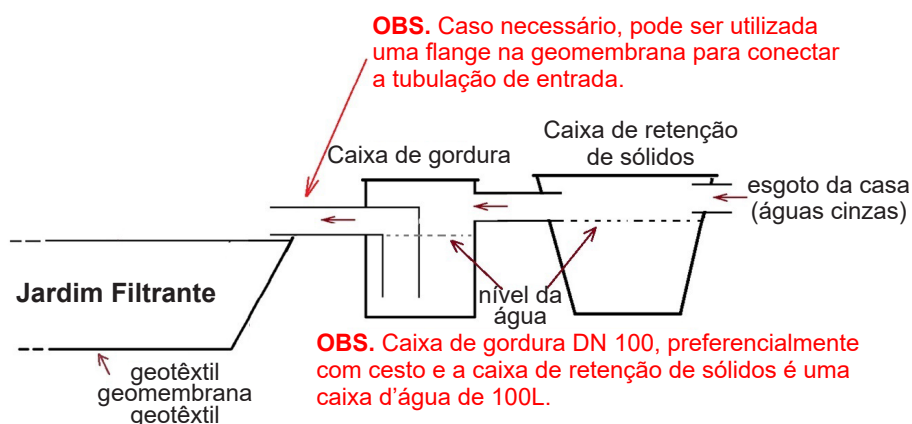


Figura 15: Esquema de instalação da caixa de retenção de sólidos (caixa d'água de 100 L) e a caixa de gordura. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.

ATENÇÃO!!!

Para furar a caixa d'água de 100 L (retenção de sólidos), utilize uma serra copo de 102 mm conectada a uma furadeira elétrica. Encaixe os canos de entrada e saída na posição. Vede as bordas do furo com selante PU, somente após finalizar tanto a instalação da caixa de gordura quanto a tubulação que leva o esgoto da casa até a caixa.

2.8. Forre a cova do Jardim Filtrante com um pedaço de membrana geotêxtil de 7m x 4m de dimensão, deixando que ele ultrapasse as bordas do buraco

ATENÇÃO!!!

Certifique-se que o solo da base e das laterais do Jardim Filtrante esteja bem compactado, para evitar acomodações posteriores que possam provocar o rompimento da geomembrana.



Figura 16: Colocação da primeira membrana geotêxtil. Acervo Embrapa.

2.9. Sobre a membrana geotêxtil, estique a geomembrana de EPDM (ou equivalente) na medida de 7m x 4m, para isolar o Jardim Filtrante do solo



Figura 17: Colocação da geomembrana (EPDM ou equivalente). Acervo Embrapa.

2.10. Cubra a geomembrana com o segundo pedaço de membrana geotêxtil de dimensões 7m x 4m, com a finalidade de proteger a geomembrana de qualquer tipo de perfuração. Ligue as tubulações de entrada e saída em pontos opostos do comprimento do Jardim Filtrante. A saída do líquido tratado ocorre por meio de um tubo de PVC furado de aproximadamente 1 m de comprimento, ligado à flange da saída.



Figura 18: Colocação da membrana geotêxtil sobre a geomembrana. Em destaque, o cano de PVC furado, para drenagem do líquido tratado. Obs.: Nesta imagem aparece um tubo de PVC 100 mm de esgoto, mas pode também PVC 60 mm marrom. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.

ATENÇÃO!!!

Certifique-se que as membranas geotêxteis e a geomembrana estejam esticadas ao piso e as paredes do Jardim Filtrante e, estique o excedente para fora nas áreas externas do buraco.

Para evitar que água acumulada da chuva na área ao redor do Jardim Filtrante invada como uma enxurrada, faça uma pequena curva de contenção nas bordas superiores, utilizando terra compactada, conforme representado na Figura 18.

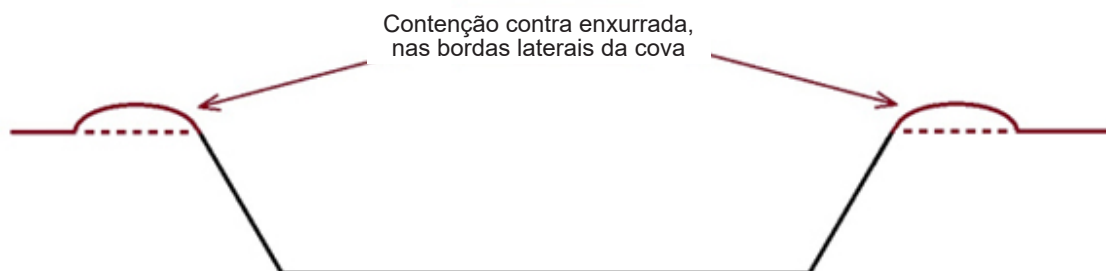


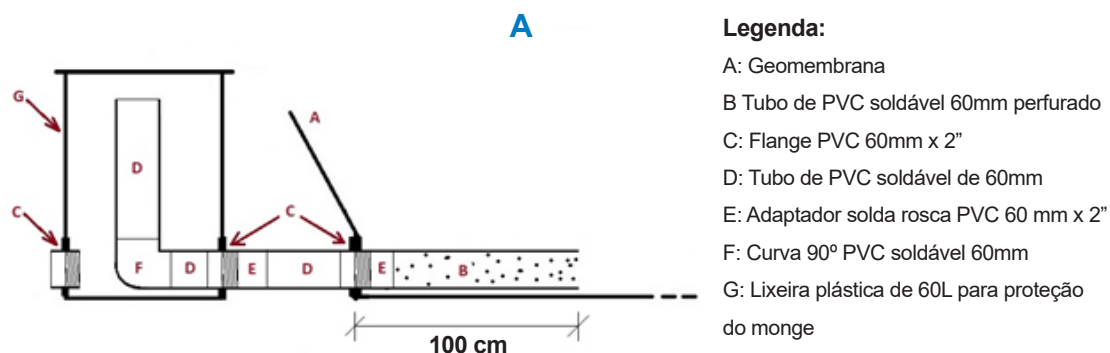
Figura 19: Representação esquematizada das curvas de contenção de enxurrada. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.

2.11. Construa o “monge” com uso de uma lixeira plástica reforçada (ou outro recipiente equivalente) com 50 cm de altura ou mais, e tubos e conexões de PVC marrom de 60 mm.

ATENÇÃO!!!

Fure a lixeira plástica com a serra copo de 65 mm (lembre-se de que a parte inferior do furo deve estar a, pelo menos, 3 cm acima do fundo da lixeira plástica).

Com o auxílio de um estilete, corte a geomembrana onde será instalada a flange. Antes de fazer o furo, com o auxílio de uma caneta, faça o contorno do diâmetro da flange a ser utilizada.



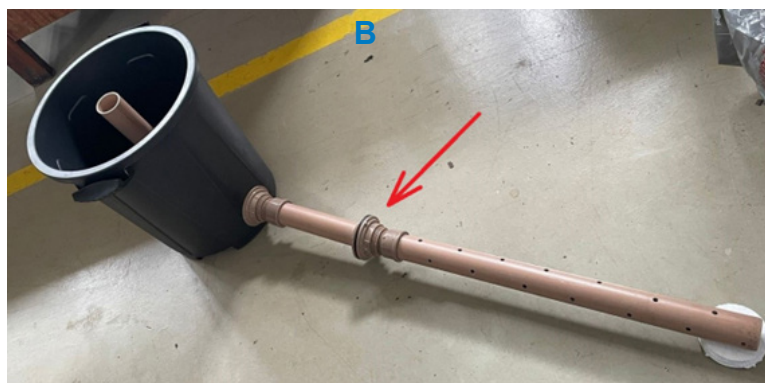


Figura 20: (A) Representação esquematizada da construção da saída do Jardim Filtrante, desde o tubo perfurado até o monge (Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação). (B) Foto de uma montagem do sistema de drenagem. A seta indica a flange que será utilizada para vedar a geomembrana e (C) Foto de um monge montado. Autoria das fotos: Isabelle Lima.

ATENÇÃO!!!

Utilize uma furadeira com broca de 10 mm ou maior, para fazer os furos nas paredes do cano de PVC de drenagem (componente “B” da Figura 19).

O cano de drenagem deve ter aproximadamente 1 metro de comprimento. Caso deseje, coloque uma tela de mosquito ao redor do cano perfurado, conforme mostrado na figura 21.



Figura 21: Foto com destaque do tubo para drenagem (saída do esgoto tratado), perfurado e com tela de mosquito para maior proteção. Autor: Carlos Renato Marmo.

2.12. Preencha o Jardim Filtrante com uma camada de 2,00 m³ de pedra britada nº 3 ou, na ausência desta, nº 2 e nivele o material.

ATENÇÃO!!!

Não utilize, em hipótese alguma, pedra britada menor que a nº 2. Sistemas com pedras de diâmetro menor tenderão a comatar (entupir) mais rapidamente.

A pedra britada aflora na entrada do Jardim Filtrante para facilitar a entrada da água no sistema, conforme mostrado nas Figuras 22 e 23.

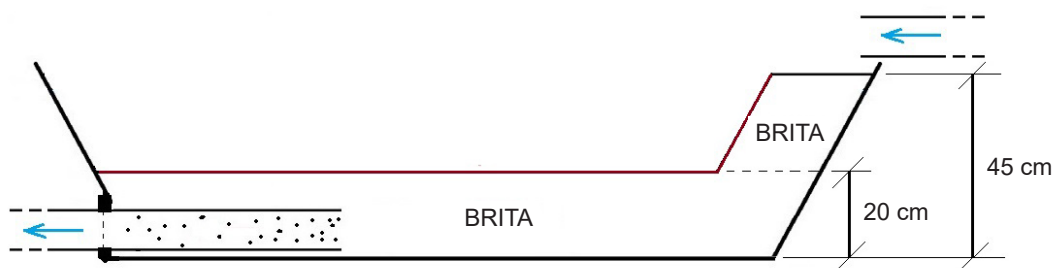


Figura 22: Desenho representativo da colocação da pedra britada no Jardim Filtrante. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.



Figura 23: Jardim Filtrante após a colocação da pedra britada. Note que na entrada (parte superior da imagem) a brita fica com um nível superior ao do restante do sistema. Na parte inferior da imagem, aparece o monge com a tampa fechada. Acervo Embrapa.

2.13. Instale a tela de mosquito sobre a pedra britada, para evitar que a areia da parte superior penetre nos espaços da brita.

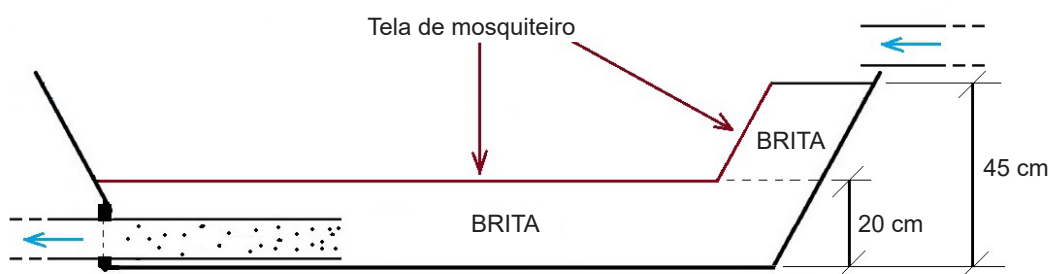


Figura 25: Representação do posicionamento da tela de mosquito. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.



Figura 26: Instalação da tela de mosquiteiro sobre a brita. Acervo Embrapa.

2.14. Preencha a caixa com uma camada de aproximadamente $2,50 \text{ m}^3$ de areia grossa e nivele o material com uma régua de pedreiro.

ATENÇÃO!!!

Não esquecer de colocar a tela de mosquiteiro sobre a pedra britada, antes de colocar a areia, conforme mostrado nas Figuras 25 e 26.

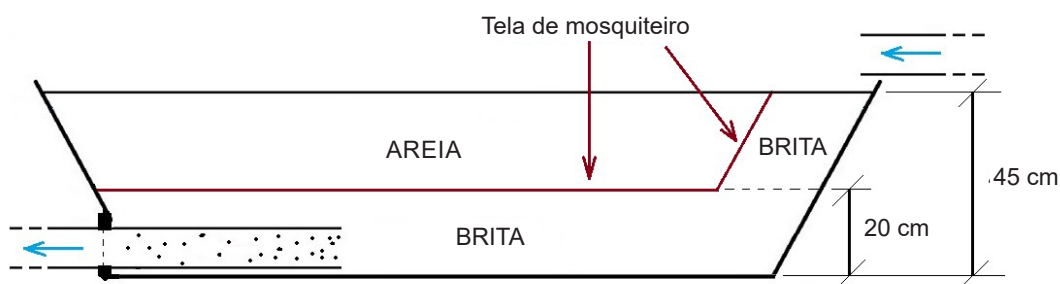


Figura 27: Desenho representativo da colocação da areia sobre pedra britada no Jardim Filtrante (entre elas, a tela de mosquiteiro). Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.



Figura 28: Colocação da areia no sistema. Acervo Embrapa.



Figura 29: Nivelamento da superfície do Jardim Filtrante com uma régua de pedreiro. Acervo Embrapa



Figura 30: Jardim Filtrante com a areia nivelada. Acervo Embrapa. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.

2.15. Coloque a água no sistema

ATENÇÃO!!!

O nível da água deve ser de, aproximadamente, 3 cm abaixo do nível da areia, conforme representado na Figura 31. Certifique-se de que o cano de saída do monge seja mais longo que a altura desejada do líquido.

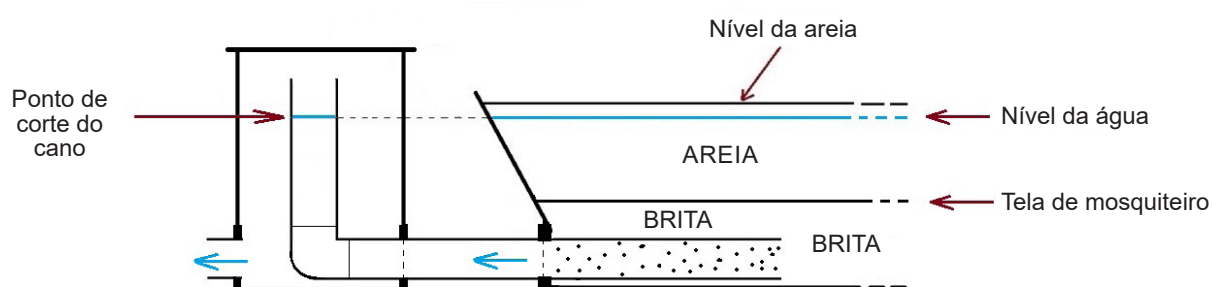


Figura 31: Representação de como deve ficar o nível superior da água com relação ao nível da areia. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.



Figura 32: Colocação da água no Jardim Filtrante. Acervo Embrapa.

2.16. Marque o nível da água no cano superior do monge. Retire o cano e corte na posição marcada e encaixe o cano cortado novamente. Desta maneira, o monge manterá o nível da água sempre constante no interior do Jardim Filtrante.

ATENÇÃO!!!

Nunca cole os canos no interior do monge (apenas encaixe de maneira bem apertada). Esta ação é necessária, para facilitar a drenagem do sistema quando ocorrer alguma manutenção. Não há problema de vazar algumas gotas de água mas, se desejar, utilize o selante PU no lado externo dos encaixes.

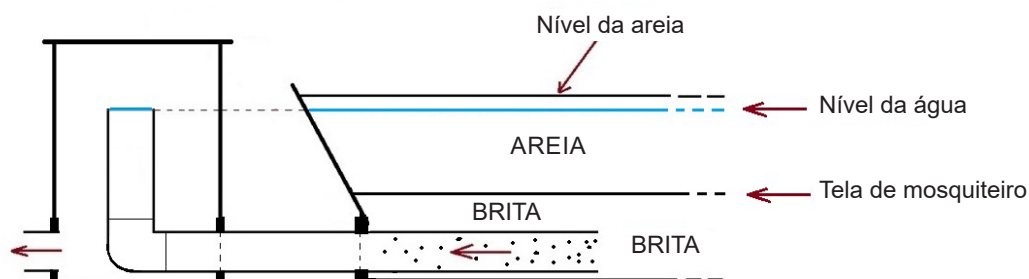


Figura 33: Monge com o cano superior cortado e instalado na posição correta para controle do nível da água no Jardim Filtrante. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.



Figura 34: Foto do monge já ajustado para o controle do nível da água no interior do Jardim Filtrante. Note que na areia do interior do Jardim Filtrante (parte superior da foto), não há o aparecimento de lâmina de água. Acervo Embrapa.



Figura 35: Foto do Jardim Filtrante em que se destaca que o nível da água fica um pouco abaixo do nível da areia. Acervo Embrapa.

2.17. Termine de ligar o sistema à tubulação da casa para receber o esgoto das pias, chuveiros e lavagem de roupas

2.18. Faça o plantio das macrófitas aquáticas de maneira a preencher a superfície do Jardim Filtrante.



Figura 36: Plantio das Macrófitas aquáticas. Acervo Embrapa.



Figura 37: Jardim Filtrante em pleno funcionamento. Acervo Embrapa.

ATENÇÃO!!!

A Embrapa disponibilizou um vídeo no Youtube na qual é possível entender o passo a passo da instalação. Para acessar o vídeo copie e cole o endereço abaixo ou use o QR code:



<https://www.youtube.com/watch?v=fK50b2E1Os0&t=4s>

2.19. Faça instalação da tubulação da saída do monge para uma caixa d'água de armazenamento para reúso ou descarte ambientalmente adequado.

ATENÇÃO!!!

Os materiais para instalação da caixa d'água de armazenamento do líquido tratado não são apresentados na lista do item 1.2, pois dependem de cada caso.

O local de instalação da caixa d'água de armazenamento do efluente tratado deve estar abaixo do nível da tubulação de saída do monge, conforme mostrado na figura 38. Caso o terreno tenha pouca declividade, uma alternativa é montar o monge dentro da caixa de armazenamento seguindo as mesmas recomendações dos itens 2.11, 2.15 e 2.16, mas sem o uso da lixeira plástica (Figura 39). Neste caso, considere que o nível máximo da água no interior da caixa deve estar a, pelo menos, 1 cm abaixo da boca do monge.

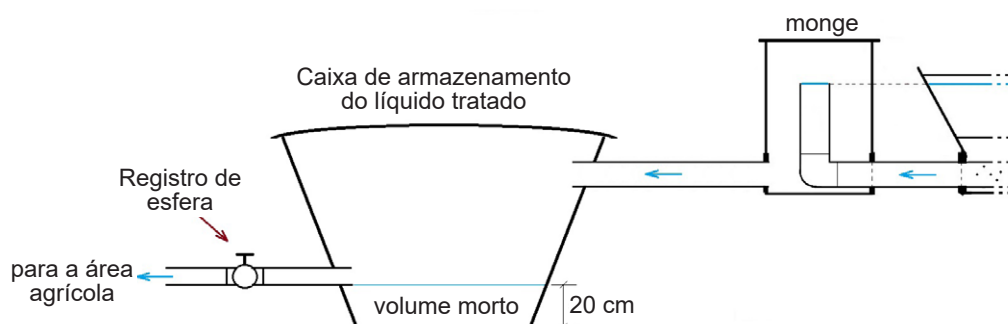


Figura 38: Representação esquematizada da instalação de uma caixa d'água (após o monge) para armazenamento do líquido tratado para uso posterior.

OBSERVAÇÃO: O uso da tubulação de saída com registro de esfera na parte inferior da caixa, deve ocorrer somente se existir declividade no terreno. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.

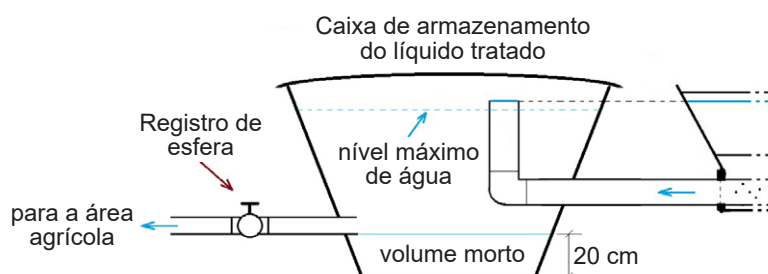


Figura 39: Representação esquematizada da instalação de uma caixa d'água (com monge interno) para armazenamento do líquido tratado para uso posterior.

OBSERVAÇÃO: O uso da tubulação de saída com registro de esfera na parte inferior da caixa deve ocorrer somente se existir declividade no terreno. Autoria: Wilson Tadeu / Embrapa Instrumentação.

ATENÇÃO!!!

Uma pessoa gera, aproximadamente, 100 L de efluente tratado por dia. Assim, o volume da caixa d'água deve ser calculado levando em consideração o número de usuários e o tempo de armazenamento antes do reúso. Caso a caixa de armazenamento seja de fibra de vidro ou polietileno e fique semi-enterrada, é necessário um volume adicional de água de 10 % (volume morto) para servir de lastro, o que evita que a caixa se movimente no solo em dias de chuva (Figuras 38 e 39). Assim, para calcular o volume ideal da caixa d'água, utilize a equação abaixo:

*Volume mínimo da caixa d'água (em Litros) = 100 Litros/morador X nº de moradores
X tempo de armazenamento desejado (em dias) X 1,1*

ATENÇÃO!!!

Instale uma flange na caixa d'água (use uma serra copo para fazer o furo) e uma tubulação com um registro de esfera, caso a área agrícola onde for utilizado o líquido tratado, estiver abaixo do nível da caixa de armazenamento. A parte inferior do furo deve estar a, pelo menos, 20 centímetros acima do fundo da caixa, para reservar o volume morto (Figuras 38, 39 e 40). Sempre que possível, prefira a distribuição por gravidade, para evitar o uso de bombas.



Figura 40: Foto de instalação da saída do líquido da caixa de armazenamento para a área agrícola. Acervo Embrapa.

ATENÇÃO!!!

Caso deseje descartar o efluente tratado em um rio, córrego ou lago, informe-se antes se isso é permitido naquele ambiente. É possível também o descarte em sumidouro, conforme norma da ABNT 17.076:2024.

V. USO E MANUTENÇÃO

Após instalado, o Jardim Filtrante funciona praticamente sozinho, desde que receba diariamente o esgoto gerado na residência rural. Com o uso, são retidos resíduos sólidos nas caixas de retenção de sólidos e de gordura. Ocorre também o crescimento e multiplicação das macrófitas aquáticas. Assim, após instalado, siga as recomendações descritas abaixo para que o sistema funcione corretamente e por muitos anos.

1. PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO DO JARDIM FILTRANTE

Seguem abaixo alguns procedimentos para melhor desempenho e manejo do Jardim Filtrante:

- O manejo das plantas deve ser feito a cada três meses, para não se reproduzirem demais e saturar o sistema. A retirada do excesso de plantas (com raízes) dependerá do crescimento apresentado em cada espécie;
- Trimestralmente, verificar e limpar as caixas de retenção de sólidos e de gordura (usar luvas e óculos de proteção). Os resíduos sólidos retirados podem ser colocados em uma composteira (para virarem adubo), ou devem ser recolhidos e descartados como lixo comum;
- Evitar o uso de produtos químicos e cloro, diretamente ou sem diluição, nas pias, tanques e ralos, pois se utilizados com frequência poderão interferir no crescimento das plantas e dos micro-organismos;
- Instalar o Jardim Filtrante em local de pleno sol para melhor desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, maior eficiência do sistema;
- Caso a água tratada não seja toda reutilizada, o excesso poderá ser descartado no ambiente;
- Caso seja necessário esvaziar o Jardim Filtrante para alguma manutenção maior, desconecte a curva de 90° instalada no interior do monge, que deve estar somente encaixada e nunca colada;
- Deve-se evitar danos à geomembrana para que a impermeabilização não seja comprometida;
- Um Jardim Filtrante instalado de maneira correta e bem manejado (limpeza periódica das caixas de gordura e de retenção de sólidos, bem como controle no crescimento das plantas) funciona de maneira ininterrupta por pelo menos sete anos. Após esse período, é necessária troca da areia e limpeza da brita com o uso de uma lavadora de alta pressão, tipo WAP. Nesse processo, a membrana geotêxtil superior deve ser substituída. Não é necessário remover o geomembrana (que dura décadas). Deve-se tomar cuidado no processo para evitar que a geomembrana seja perfurada.

2. USO DO EFLUENTE TRATADO

O efluente tratado pelo Jardim Filtrante é um líquido transparente de aparência ligeiramente esbranquiçada (Figura 41), com leve odor característico e pH neutro. O líquido é pobre em nutrientes e com número de coliformes termotolerantes variando entre 0 (zero) e 100 (cem) Unidades Formadoras de Colônia (UFC). Assim, de maneira geral, apresenta características para uso em irrigação e limpeza mais pesada. É recomendável uma análise da qualidade do efluente antes de fazer o uso do líquido tratado. As principais análises recomendadas e os valores de referência são listados abaixo.

Parâmetro	Valor de referência
pH	Entre 6 e 8
Condutividade elétrica	Menor que 500 mS/cm
Turbidez	Menor que 80 UFT
Coliformes Totais	Menor que 10^5 UFC/100 mL
Coliformes termotolerantes	Menor que 100 UFC/100 mL

Outras análises podem ser realizadas, como série de sólidos, série de nitrogênio, fósforo, entre outras, principalmente se o líquido for descartado em um corpo d'água superficial (rio, lago, lagoa etc.). Um profissional formado em engenharia civil, sanitária ou ambiental saberá indicar as análises mais adequadas para cada caso.

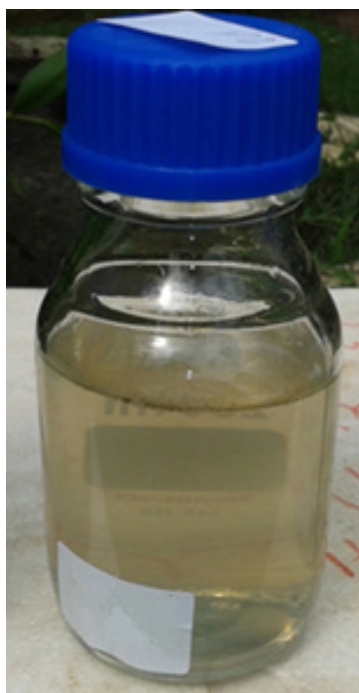


Figura 41: Aparência do efluente tratado pelo Jardim Filtrante. Acervo Embrapa.

O efluente tratado do Jardim Filtrante pode ser usado nas seguintes situações:

- a) Irrigação de gramados e jardins;
- b) Aplicação em pomares, capineiras, palmeiras e plantas ornamentais (aplicar no pé das plantas);
- c) Lavagem de pisos e pátios;
- d) Lavagem externa de máquinas agrícolas.

Seja para qual for o uso, quem estiver manuseando o líquido deve usar luvas, calças e calçados fechados. Somente adultos devem manusear o líquido. No caso de uso em limpeza de pisos e máquinas, não recomendamos o uso de lavadoras de alta pressão do tipo WAP.

Como as análises não ocorrem sempre, recomendamos, por precaução e segurança, os seguintes cuidados no uso do líquido tratado:

- Não aplicar em culturas de alimentos consumidos crus e hortaliças,
- Não utilizar em sistema de aspersão para evitar a formação de aerossóis. Recomendamos a aplicação em sulcos fechados ou gotejamento;
- Não utilizar o efluente tratado como fonte única de água para as culturas agrícolas;
- Conversar com um engenheiro agrônomo ou técnico agrícola para verificar qual sistema de irrigação deve ser adotado na propriedade.

O efluente gerado também não deve ser utilizado na dessedentação humana ou animal, bem como na produção de peixes. Assim:

- Não utilizar para consumo humano e dessedentação de animais;
- Não reutilizar o efluente tratado na criação de peixes ou outros produtos aquícolas.

Em caso de não utilização do efluente para as finalidades citadas acima, é possível o lançamento em sumidouros ou valas de infiltração, desde que observadas as normas técnicas e ambientais.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS - EMBRAPA

Esperamos que esta cartilha tenha sido suficientemente esclarecedora, mas, caso ainda tenha dúvidas, entre em contato com a Embrapa por meio do SAC (www.embrapa.br/fale-conosco/sac) – nessa página, você poderá encaminhar sua pergunta. Não esqueça de escrever “Jardim Filtrante” no assunto, assim, sua mensagem será encaminhada diretamente para a Embrapa Instrumentação, em São Carlos (SP), empresa responsável pela tecnologia. Uma pergunta encaminhada ao “Fale Conosco” é respondida em até cinco dias úteis.

Caso deseje mais informações a respeito do trabalho da Embrapa sobre saneamento básico rural, acesse a página: www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural, onde você encontra outros textos técnicos e materiais de divulgação.

A Embrapa também preparou uma capacitação virtual e gratuita sobre “Saneamento Básico Rural”. É um curso programado para 20 horas e, ao final, é emitido um certificado. Nesse curso, o saneamento rural é tratado de maneira bastante abrangente, considerando os aspectos normativos, tecnológicos, sociais, ambientais e de gestão. O Jardim Filtrante e o reúso agrícola de efluentes de esgoto tratado são apresentados em aulas separadas. Se interessou? Então acesse: www.embrapa.br/e-campo/saneamento-basico-rural.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS - SENAR-SP

A saúde pública no meio rural demanda uma abordagem que considere as condições sociais, geográficas e econômicas dessas áreas, buscando reduzir as desigualdades entre zonas urbanas e rurais.

O programa Promovendo a Saúde no Campo (PPSC) executa uma importante iniciativa para levar conhecimento sobre cuidados básicos e prevenção de doenças às famílias do campo. O programa abrange temas que vão desde a higiene bucal até o saneamento básico, essenciais para prevenir enfermidades comuns nessas áreas, também se adapta às necessidades atuais.

Em parceria com instituições acadêmicas, como a Universidade Santo Amaro (UNISA), o PPSC disponibiliza cursos à distância, capacitando agentes locais para multiplicar esse conhecimento nas comunidades. O programa é essencial para melhorar o bem-estar físico e mental no meio rural, além de fornecer a inclusão social e a formação de profissionais capacitados.

<https://faespsenar.com.br/sobre-o-programa-promovendo-a-saude-no-campo/>

<https://faespsenar.com.br/sobre-o-senar/programa-promovendo-a-saude-no-campo/>

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Projeto de Sistema de Tratamento de Menor Porte - Requisitos**. Norma Técnica 17.027 de 26 de abril de 2024. Rio de Janeiro: ABNT, 2024. 92p. ISBN: 978-85-07-10128-4

BARROS, R.T.V. et al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. v.2. Belo Horizonte: UFMG, 2003. 221 p.

BRASIL, Lei 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e outras ações**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>.

BRASIL, Lei 14.026 de 15 de junho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico e outras ações**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm>.

BRASIL, Decreto 7217 de 21 de junho de 2010. **Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm>.

DA SILVA, W.T.L.; MARMO, C.R.; LEONEL, L.F. **Memorial descritivo: Montagem e operação da Fossa Séptica Biodigestora**. Embrapa (Documentos). São Carlos : Embrapa Instrumentação. v. 65, 2017. 27 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1081476/memorial-descritivo-montagem-e-operacao-da-fossa-septica-biodigestora>>.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (Funasa). **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília : Funasa, 2019. 265 p. Disponível em: >https://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf>.

RUBIM, C. **Tratamento de efluentes com Wetlands e Jardins Filtrantes**. 34. ed. Revista TAE, Ano 6, Dez/Jan 2017. Disponível em: <<https://www.revistatae.com.br/Artigo/36/tratamento-de-efluentes-com-wetlands-e-jardins-filtrantes-construidos-artificialmente>>.

SILVA, W.T.L. **Saneamento básico rural**. Coleção ABC da Agricultura Familiar. Brasília: Embrapa, 2014, 68p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf>>.

SILVA, W.T.L.; MARMO, C.R.; SILVA, J.C.; FRAGALLE, E.P. **20 anos do saneamento rural na Embrapa Instrumentação: do básico ao ambiental**. Documentos, n. 72. São Carlos: Embrapa, 2021. 34 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1138679/20-anos-do-saneamento-rural-na-embrapa-instrumentacao-do-basico-ao-ambiental>>.



SENAR-SP
Rua Barão de Itapetininga, 224
CEP: 01042-907 - São Paulo/SP
www.faespsenar.com.br