

SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO E REÚSO AGRÍCOLA

UMA CONTRIBUIÇÃO AO SANEAMENTO BÁSICO RURAL

SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO E REÚSO AGRÍCOLA

UMA CONTRIBUIÇÃO AO SANEAMENTO BÁSICO RURAL



¹Victor Leonam Aguiar de Moraes,

²Clérison dos Santos Belém,

³André Azevedo Rocha,

⁴Mateus Cunha Mayer.

¹Engenheiro Agrônomo, Técnico em Desenvolvimento Produtivo - SDR/CAR/Pró Semiárido;

²Zootecnista e Coordenador Institucional - IRPAA;

³Zootecnista e Coordenador do Eixo Clima e Água - IRPAA;

⁴Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Pesquisador PCI - INSA.

*CAR – Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional;

*SDR – Secretaria de Desenvolvimento Rural da Bahia;

*IRPAA – Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada;

*INSA-Instituto Nacional do Semiárido.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Sistemas de tratamento de esgoto e reúso agrícola : uma contribuição ao saneamento básico rural / Victor Leonam Aguiar de Moraes...[et al.] ; [ilustração Tamara França, William França]. -- Juazeiro, BA : Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada - IRPAA, 2023.

Outros autores: Clérison dos Santos Belém, André Azevedo Rocha, Mateus Cunha Mayer.

Bibliografia. ISBN 978-85-88104-16-7

1. Água - reúso 2. Esgoto - Tratamento 3. Saneamento básico rural - Juazeiro (BA) 4. Solos - Manejo I. Moraes, Victor Leonam Aguiar de. II. Belém, Clérison dos Santos. III. Rocha, André Azevedo. IV. Mayer, Mateus Cunha. V. França, Tamara. VI. França, William.

23-143792

CDD-628.7

Índices para catálogo sistemático: 1. Saneamento rural : Engenharia sanitária 628.7

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253-0

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

GOVERNADOR **Jerônimo Rodrigues Souza**
VICE-GOVERNADOR **Geraldo Alves Ferreira Júnior**

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL (SDR)

SECRETÁRIO **Osni Cardoso de Araújo**

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL - CAR

DIRETOR-PRESIDENTE **Jeandro Laytynher Ribeiro**

PROJETO PRÓ-SEMIÁRIDO

COORDENAÇÃO GERAL **Augusto Cesar de Oliveira Maynard**
SUBCOORDENADOR DE DESENVOLVIMENTO PRODUTIVO E DE MERCADOS **Carlos Henrique Souza Ramos**
ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO/EDIÇÃO DE CONTEÚDO **Elka Macêdo, Aline Queiroz**
TEXTO **Andre Rocha, Clérison Belém, Vitor Leonam, Mateus Mayer**
FOTOGRAFIA **Manuela Cavadas, Fábio Arruda, Magabi Matos**
PROJETO GRÁFICO **Imburanatec Design**
DIAGRAMAÇÃO **William França**
ILUSTRAÇÕES **Tamara França, William França**
REVISÃO **Elka Macêdo**

INSTITUTO REGIONAL DA PEQUENA AGROPECUÁRIA APROPRIADA (IRPAA)

PRESIDÊNCIA **José Moacir dos Santos**
COORDENAÇÃO GERAL **Cícero Félix dos Santos**
COORDENAÇÃO ADMINISTRATIVA **Nívea Solange Rocha da Silva**
COORDENAÇÃO INSTITUCIONAL **Clérison dos Santos Belém**
EIXO CLIMA E ÁGUA: **André Azevedo Rocha**
EIXO EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO: **Aldenisse de Souza Silva**
EIXO PRODUÇÃO APROPRIADA: **Judenilton Oliveira dos Santos Souza**
EIXO ADMINISTRAÇÃO: **Anne Karyne Santos da Silva**

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	04
1 - INTRODUÇÃO	08
1.1 - INTRODUÇÃO AO SANEAMENTO BÁSICO RURAL: CONCEITOS, IMPACTOS E DESAFIOS	08
1.2 - SANEAMENTO BÁSICO E A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO	09
1.3 - OBJETIVO	10
1.4 - DIMENSÃO DA EXPERIÊNCIA DA QUAL RESULTA ESTA PUBLICAÇÃO	10
2 - BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO – BET	12
2.1 – O QUE É A TECNOLOGIA?	12
2.2 - COMO FUNCIONA?	13
2.3 - COMO CONSTRUIR?	13
2.4 - COMO FAZER MANEJO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA “BET”?	15
3 - SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR	16
3.1 – O QUE É A TECNOLOGIA?	16
3.2 - COMO CONSTRUIR?	19
3.3 - MANEJO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA	24
4 - SISTEMA DE TRATAMENTO DO ESGOTO TOTAL FAMILIAR:	26
4.1 – O QUE É A TECNOLOGIA?	26
4.2 - COMO FUNCIONA?	27
4.3 - COMO CONSTRUIR?	28
4.4 - COMO FAZER MANEJO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA?	33
5 - SISTEMA DE TRATAMENTO DO ESGOTO TOTAL COMUNITÁRIO	36
5.1 – O QUE É A TECNOLOGIA?	36
5.2 - COMO FUNCIONA?	37
5.3 - COMO CONSTRUIR?	38
5.4 - COMO FAZER MANEJO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA?	50
6 – MANEJO DO AFLUENTE	53
6.1 – QUALIDADE DO AFLUENTE	53
6.2 - QUALIDADE DO TRATAMENTO DO ESGOTO TOTAL	54
6.3 – SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO	55
7 – MANEJO DE SOLO E DAS CULTURAS	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	66

APRESENTAÇÃO

Essa publicação foi construída em parceria com diversos atores, e é resultado de experiências participativas de agricultores e agricultoras, organizações da sociedade civil e governamentais, na perspectiva do saneamento básico rural e reuso de águas. Afinal foi a partir de intercâmbios em instituições que já desenvolviam práticas de reuso de água, experimentações, pesquisas e a observação de problemas e soluções de técnicos/as em conjunto com as famílias do campo, em especial nos semiáridos baiano e sergipano, que houve um importante acúmulo de experiências e saberes que têm resultado na construção de materiais didáticos como este.

Neste contexto, esta publicação objetiva subsidiar a implementação, o manejo e formação de lideranças, famílias agricultoras, técnicos/as e educadores/as acerca de tecnologia sociais de coleta e tratamento de esgoto apropriados à realidade da região semiárida.

Considerando-se que o direito ao saneamento básico rural, ainda não é assegurado no país, além de pouco reivindicado pelas populações, vemos uma grande carência deste direito e poucas ações e políticas públicas efetivas neste campo. A não existência do saneamento, interfere no acesso aos direitos humanos básicos à água de qualidade e à saúde. Isto porque o lançamento do esgoto sem tratamento, causa danos ao meio ambiente, contaminação das águas, solo, proliferação de insetos e roedores, causando mal-estar e desconforto as famílias do campo.

Portanto, é urgente que os governos tenham um olhar atento e centrem esforços na oferta do saneamento básico para as populações do campo e das cidades, a fim de que com a universalização e acesso a esta política tenhamos uma realidade cada vez mais equitativa. Além de trazer benefícios sanitário ao campo, o saneamento básico rural apropriado à realidade social e climática do semiárido, permite a reutilização de água tratada na agricultura, mitigando dos efeitos da mudança no clima. Visto o déficit hídrico na região, a reutilização pode proporcionar melhor convivência com semiárido, pois garante produção de alimento para rebanho e segurança alimentar para as famílias.

Assim, esse material pode contribuir para formulação e integração de políticas públicas de saneamento básico rural, habitação, Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), abastecimento de água, produção de alimento, convivência com clima, combate a desertificação, segurança alimentar, saúde pública entre outros, por meio de mobilização social, pesquisa e multiplicação dos saberes.

Os autores e organizações que construíram neste material didático, esperam que o conteúdo possa inspirar agricultores/as, técnicos/as, gestores/as, movimentos sociais e educadores/as.

BOA UTILIZAÇÃO!





1 INTRODUÇÃO

1.1 - INTRODUÇÃO AO SANEAMENTO BÁSICO RURAL: CONCEITOS, IMPACTOS E DESAFIOS.

O Saneamento básico é 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. Na Bahia inclui-se também as ações de combate e controle a vetores e reservatórios de doenças, e atividades relevantes para a promoção da saúde e da qualidade de vida.

A promoção de ações de Saneamento é essencial ao bem-estar das pessoas por tratar de bens essenciais à própria vida e saúde destas, e do meio ambiente, como o abastecimento de água e a coleta, tratamento e destinação correta dos resíduos. A reciclagem ou reuso, em especial do esgoto doméstico, cuja composição de efluente tratado confere não apenas maior disponibilidade de água, mas também nutrientes importantes ao crescimento das plantas, resulta em benefícios socioambientais por prevenir doenças e perda da biodiversidade, como também econômico, pois, incrementa a produção de frutas e forragens, melhorando a segurança alimentar e nutricional das famílias e dos animais por estas criados. Além disso, confere evolução cultural na relação com a natureza por reduzir pressão nas fontes naturais de água e fertilizantes, e quebra do tabu da rejeição a alimentos produzidos a partir de esgoto tratado.

Para efetivação do Saneamento Rural é necessário garantir o abastecimento de água doce e estruturas básicas como banheiro, ausente em muitas residências, sendo essas estruturas e serviços antecedentes aos de tratamento do esgoto. Além disso, a promoção do tratamento de esgoto e reuso agrícola devem ser implementados em paralelo com programas de sensibilização das famílias e comunidades, formação das famílias e agentes de assessoria, estruturação dos sistemas e acompanhamento na gestão, manejo e manutenção dos sistemas.

O acompanhamento contínuo das famílias seja por agentes de Assessoria Técnica ou por Agentes Comunitários de Saúde – este último de maior eficiência pela cobertura universal e permanente do serviço - faz-se fundamental para assegurar uma boa eficiência dos sistemas e o uso seguro dos efluentes. É importante o envolvimento de organizações locais como secretarias de meio ambiente, saúde, agricultura, empresa de água e esgoto, atuando junto às organizações das comunidades para a gestão dos sistemas.

Dentre os desafios, estão a apropriação e comprometimento dos usuários dos sistemas para com o seu bom funcionamento o que depende de cuidados, manutenção e operação que vão desde hábitos de consumo ao manejo do sistema pelas próprias famílias e comunidades – gestão participativa, seja no âmbito familiar ou comunitária/ associativa. Tem-se ainda o desafio de desenvolver métodos de avaliação ao nível de campo, para análise da eficiência dos sistemas em vista ao uso seguro do efluente tratado.

1.2 - SANEAMENTO BÁSICO E A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

O desenvolvimento de políticas e cultura de coleta e tratamento de esgotos para reúso agrícola do efluente, considerando a escassez de água na região semiárida brasileira, em boa parte do ano, é imprescindível, assim como a melhoria promovida no sentido de assegurar a água para diversos fins, a partir do uso de cisternas e outras tecnologias de captação artificial e natural das chuvas. Garantir água potável e tratar as águas de uso domésticos são, sem dúvida, ações de Convivência com o Semiárido e promoção de dignidade, saúde e bem viver para os povos do campo.

Para isso, é indispensável o desenvolvimento, adequação e/ou apropriação de tecnologias, que sejam apropriadas à realidade socioambiental das famílias, bem como o envolvimento destas como protagonistas da experimentação e propagação. Deste modo, tais iniciativas conferem contribuição ao equilíbrio ambiental e do clima, à segurança hídrica, alimentar e nutricional das famílias.



SAIBA MAIS

<https://www.youtube.com/watch?v=PAmNQzVZefA&t=847s>



1.3 - OBJETIVO

O objetivo desta publicação é subsidiar a construção e o manejo operacional de sistemas de coleta e tratamento de esgoto doméstico, e de reúso agrícola em comunidades rurais, auxiliando o trabalho das assessorias técnicas continuadas.

1.4 - DIMENSÃO DA EXPERIÊNCIA DA QUAL RESULTA ESTA PUBLICAÇÃO

No período de de 2018 à 2022, fruto de uma parceria entre o Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – IRPAA, Pró-Semiárido, projeto do Governo da Bahia executado pela Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional – CAR, empresa pública vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Rural da Bahia – SDR e cofinanciado pelo Fundo Internacional de Desenvolvimento da Agricultura – FIDA, com o Instituto Nacional do Semiárido – INSA, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF e a Cáritas Alemã, foram trabalhadas em vários territórios, a mobilização, formação e implantação de 156 tecnologias de saneamento básico rural, divididas da seguinte forma: 17 Bacias de Evapotranspiração – BET; 65 Sistemas de Bioágua Familiar ; 56 Sistemas de Tratamento do Esgoto Total de escalas Familiar; 01 Sistema Comunitário e 17 Escolares.

Dentre os resultados alcançados com a implantação destas tecnologias pode-se destacar:

- ⦿ Bom nível de eficiência dos sistemas implementados na remoção de matéria-orgânica e preservação de nutrientes;
- ⦿ Aumento da disponibilidade de água –média de 50m³ anuais por família composta por 5 pessoas;



SAIBA MAIS

<https://www.youtube.com/watch?v=V7AutiKhOu0&t=78s>



- ⦿ Crescente interesse das comunidades e famílias por viabilizar a aquisição desses sistemas;
- ⦿ Crescente interesse de setores da sociedade civil e da gestão pública pelas iniciativas existentes tanto no viés tecnológico quanto político-cultural;
- ⦿ Contribuição na redução de impactos ambientais, e no desenvolvimento da Convivência com a realidade climática local.



2

BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO – BET

2.1 – O QUE É A TECNOLOGIA?

A Bacia de Evapotranspiração – BET, consiste numa fossa ou tanque impermeabilizado, provida de uma câmara anaeróbica, camadas filtrantes e superfície própria para cultivo, e assim destinada ao tratamento e reuso de águas fecais – provenientes do vaso sanitário, em escala familiar. Há diversos modelos de BET disponíveis na literatura, denominadas também de fossa de bananeira, fossa verde, ecofossa, tanque de evapotranspiração, fossa biossética, biorremediação vegetal, ou ainda canteiro biossético, sendo a ideia original atribuída ao permacultor americano Tom Watson. O modelo adotado é similar ao descrito por Galbiati (2009) e Tonetti, et al. (2018).



BOX 01

A BET é muito importante para saneamento básico rural, além de trazer benefício de não desperdiçar água e prejudicando o solo, ela acaba sendo uma tecnologia rentável de grande sustentabilidade, pois esta água que seria jogada fora, vai ser usada na produção de alimento para família, à exemplo da bananeira.

Estudante Aline Campos Gomes da Silva na BET do Centro de treinamento Várzea da Cruz, Juazeiro– BA.

2.2 - COMO FUNCIONA?

O tratamento na BET se dá por degradação microbiana da matéria-orgânica. Ela inicia no interior da câmara e continua por biofilme, na passagem pelos seixos e britas conforme a fossa é recarregada, ocorrendo também retenção física na camada de areia, e finalmente absorção de água e nutrientes pelas raízes das plantas, sem risco de contaminação dos frutos (Tonetti, et al., 2018). A elevada transpiração no canteiro evita o extravasamento da BET.

É indicado a utilização de culturas com raízes curtas (radiculares) para não danificar a estruturas e folhas largas que permita maior potencial evapotranspiração, a exemplo da bananeira e mamão, como ilustrado no Box 01.

2.3 - COMO CONSTRUIR?

Escolher um local que esteja a uma distância mínima de 15 metros da casa, de poços, cisternas (ASA, 2021) e de árvores de médio e grande porte (Brasil, 2017). Isso previne tanto rachaduras decorrentes da pressão de raízes, como evita contaminação das fontes de água em caso de vazamentos.

A construção da BET é bastante simples. A tecnologia é composta por alvenaria, ferro e argamassa, e o reboco interno provido de impermeabilizante. A câmara de fermentação é formada por pneus dispostos lado a lado verticalmente no centro da fossa. O entorno é preenchido com pedra na camada inferior, seixo ou brita e areia lavada como camadas intermediárias, e solo na camada superior, cuja superfície é constituída de área de cultivo de plantas de elevada transpiração, sendo bananeira a espécie mais usual, por conta da largura das folhas, como demonstra a figura 01.

Como dimensionamento da BET utilizamos a profundidade fixa de 01 (um) metro, a largura fixa de 02 (dois) metros e comprimento variável com o número de residentes no domicílio, utilizando como critério 2m^3 para cada pessoa que residente na casa, assim utilizando um padrão de 2,0m de largura e 1,0m de comprimento por pessoa. Portanto, numa casa com 5 habitantes a BET é construída com 2,0 m de largura e 5,0 m de

comprimento. As especificações e materiais para construção se encontram no anexo 01 desta publicação.

2.3.1 – COMPONENTES DO SISTEMA - BET

Composição do preenchimento da BET: Primeira camada com 50 cm de pedra e seixo, segunda camada com 10 cm de pedra bruta, terceira camada com 10 cm de areia grossa e quarta camada com 35 cm de solo (preferência friável, ou seja, solto para melhor desenvolvimento das raízes), como mostra a figura 01.

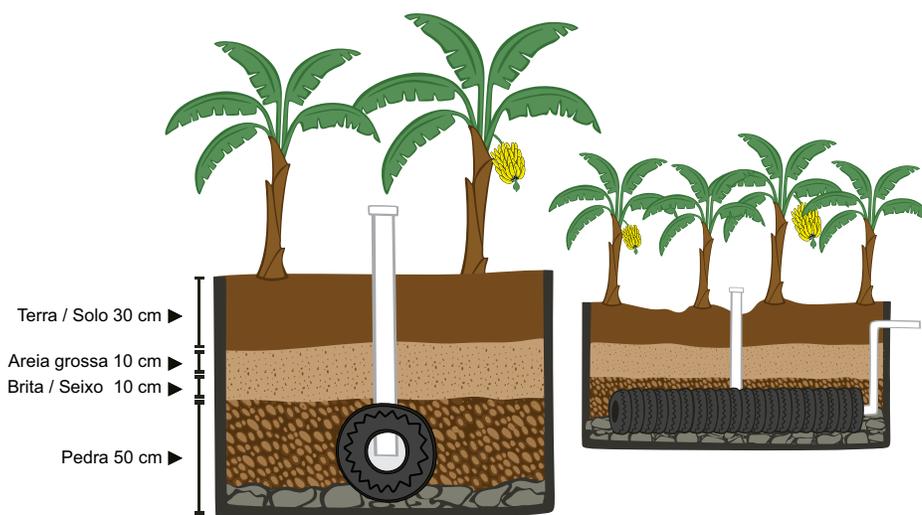


Figura 01 – Componentes da Bacia de Evapotranspiração – BET

2.4 - COMO FAZER MANEJO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA “BET”?

A manutenção do sistema é muito importante para seu bom funcionamento e para os resultados esperados com a tecnologia, sendo que para a BET as principais recomendações são:

1. Assegurar 2m³ de BET por pessoa;
2. Não descartar papel higiênico nem outros objetos no vaso sanitário;
3. Fazer irrigação na fase inicial de implantação da bananeira;
4. Irrigar a bananeira, de forma complementar, quando necessário;
5. Realizar adubação orgânica periódica;
6. Utilizar pó de rocha ou outro tipo de adubação mineral complementar quando necessário;
7. Fazer uso de defensivo orgânico, quando necessário;
8. Plantar uma touceira de bananeira para cada um metro e meio linear - cerca de um metro entre fileiras;
9. Manter cada touceira com o máximo de três pés;
10. Ao final do ciclo produtivo por colheita ou aborto elimina-se o pé adulto e só então permite-se um novo pé na touceira;
11. Evitar a utilização de águas com teor de sais inferior a 600mg/L.



SAIBA MAIS

<https://www.youtube.com/watch?v=VYwSZl9BTTQ>



3 SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR

3.1 - O QUE É A TECNOLOGIA?

O sistema Bioágua consiste em uma rede coletora com estruturas de retenção de sólidos e sobrenadantes, camadas filtrantes e tanque de reúso, destinados ao tratamento e reúso de águas cinzas – provenientes de pias da cozinha, chuveiros, lavatórios de banheiro, tanque ou máquina de lavar roupa. Estas águas representam de 50 a 90% do volume de esgoto residencial gerado, dependendo da disponibilidade e do perfil de uso de água na residência. O modelo adotado é uma adaptação ao descrito por Santiago et al. (2012 e 2015), com dimensão aplicável a residências com até



BOX 02

“O bioágua é uma serventia muito boa, porque a gente não reutilizava a água, agora a gente usa nas palmas, na macaxeira e nas fruteiras, como acerola, manga e goiaba. Economiza na compra de ração, planta e colhe produtos de qualidade para nossa alimentação.”

Agricultora: Soliane Castro, comunidade do Deodato, Casa Nova – Ba, TR Pastoral do Solo Sagrado.
Foto: Manuela Cavadas

5 moradores. A tecnologia proporciona diminuição da poluição dos solos e das fontes naturais de água com ganhos ambientais, e sociais através da saúde e do bem-estar das famílias, além de incrementar a produção com maior disponibilidade de água e o caráter biofertilizante do efluente, favorecendo o cultivo de frutíferas e plantas forrageiras nos quintais.



Imagem 01 - Visão área de agroecossistema com bioágua na comunidade Algodão dos Ribeiros, TR Esperança em Remanso – BA – Foto: Fábio Arruda.

O sistema consiste nos processos físico e biológico de retenção e degradação, dos resíduos presentes nas águas cinzas. O funcionamento se baseia na passagem do efluente da residência ao tanque de reúso por gravidade, e pelas camadas filtrantes em fluxo descendente – camada superficial de raspa de madeira, seguida por areia lavada, brita e seixo. O tratamento físico decorre da retenção de impurezas na caixa de gordura e nas camadas de areia, ao passo que o tratamento biológico se dá através da degradação da matéria-orgânica pela ação dos microrganismos que formam biofilme na superfície das pedras.

A água cinza tratada pelo biofiltro segue para o tanque de armazenamento coberto para evitar a incidência de luz e consequente proliferação de algas, além da multiplicação de mosquitos, larvas ou como forma de evitar possíveis acidentes (SANTIAGO et. al., 2015), conforme figura 02. Recomenda-se o uso restrito em plantas frutíferas e forrageiras, não sendo adequado o uso em hortaliças.

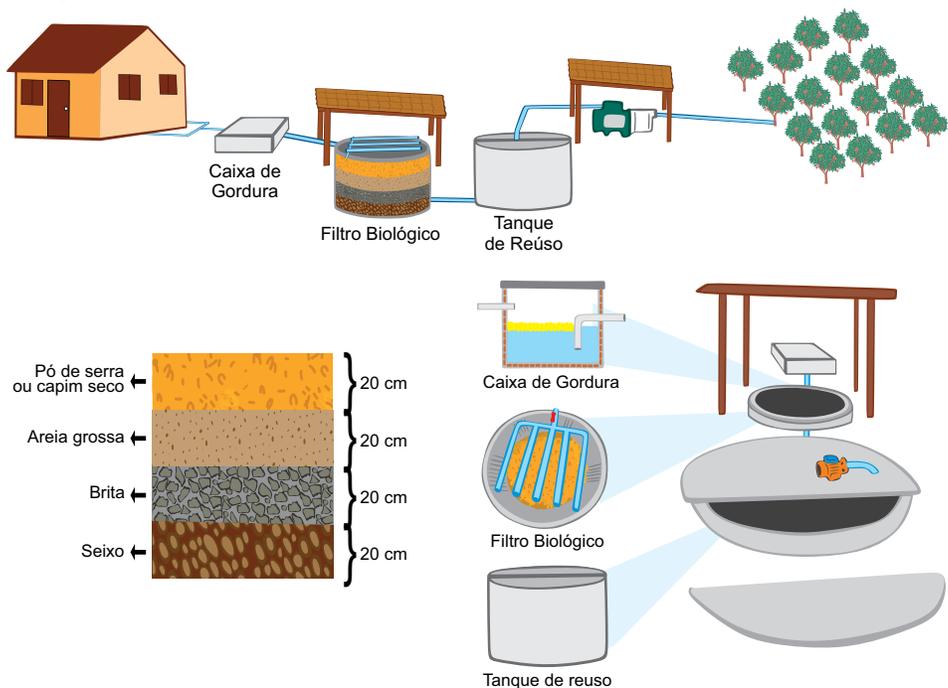


Figura 02 – Visão geral dos componentes do Bioágua familiar

DICA



A camada superficial, necessita de atenção e observação para substituição do material, importante para bom funcionamento do sistema. O material usado deve ser de preferência, aquele disponível na propriedade. Podem ser recomendados: fibra de coco, palha ou capim seco e raspa de madeira.

A cobertura do biofiltro fica opcional, podendo ser utilizado como referência para o uso, fato da utilização de minhocas ou a diminuição da evaporação.

DICA



A entrada das águas cinzas na caixa de gordura devem estar acima do nível do tubo de saída e é necessário colocar joelho voltado para baixo no tubo de saída.

3.2 - COMO CONSTRUIR?

Para construção do Bioágua deve-se fazer primeiro uma locação criteriosa considerando uma área posicionada contra o vento para evitar mau cheiro no interior da residência, e assegurar uma distância mínima de 15 metros da casa, de poços, cisternas (ASA, 2021) e de árvores de médio e grande porte (Brasil, 2017). Deve-se buscar aproveitar as declividades do terreno para permitir escoamento do esgoto por gravidade de uma estrutura a outra do sistema. Por isso, é importante verificar o nível do terreno antes de definir o local de instalação do sistema.

O Bioágua Familiar é composto por uma rede coletora proveniente da residência), caixa de gordura, biofiltro, tanque de reuso, rede de distribuição e equipamentos de irrigação localizada. As especificações e materiais para construção se encontram no anexo 02.

3.2.1 – CAIXA DE GORDURA

A caixa de gordura é uma estrutura de tratamento preliminar das águas cinzas, que tem a função de reter gorduras e sólidos proveniente das pias e ralos. A caixa é construída em formato de cubo com profundidade e lados iguais de 50 cm na parte interior. Essas dimensões atendem a uma família que oferta volume igual ou inferior a 500 litros de água cinza por dia, correspondendo à domicílios de até 05 (cinco) pessoas.

A construção é realizada com bloco cerâmico e cimento, estando abaixo da rede de esgoto da casa, utiliza-se tubo de PVC e joelhos de 40 mm, para conexões. A tampa é construída com ferro e concreto na dimensão de 60 x 60 cm, como ilustra a figura 03.



Imagem 02 – Caixa de Gordura

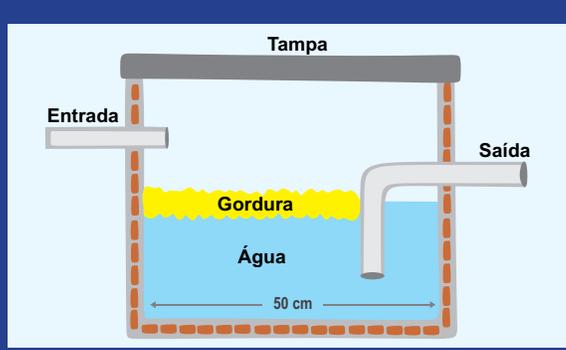


Figura 03 – Caixa de gordura, proporções e dimensões

3.2.2 – FILTRO BIOLÓGICO

O filtro biológico é um tanque de alvenaria que tem a função de filtrar as águas cinzas a partir da retenção dos sólidos em diferentes camadas (seixo rolado na parte inferior, brita e areia lavada como camadas intermediárias e capim seco ou raspa de madeira como camada superior).

O modelo de filtro adotado é uma adaptação do modelo descrito por Santiago et al. (2012 e 2015), o qual possui fluxo descendente, área superficial de 1,77m² (diâmetro 1,5m) e 1,0m de profundidade. A diferença em relação ao modelo do referido autor está na não adoção do uso do húmus produzido por minhocas nas camadas de filtragem, e em alguns casos também dispensado o telhado, adotando-se como incremento apenas o uso de tela sombrite para inibir a proliferação de muriçocas e similares.

As dimensões do filtro biológico são de 1,5 m de diâmetro com 1,0 m de profundidade, já na escavação precisa ter diâmetro de 2,20 m para o trabalho do pedreiro.

A construção é realizada por placas similares as utilizadas em cisternas, com dimensão de 50 x 50 cm, amarradas com fio de arame galvanizado de 12, rebocada com cimento e impermeabilizante por dentro e fora. A montagem das placas obedecem ao seguinte esquema: duas fileiras com nove placas e dois fios de arame (12 em cada placa), conforme a figura 04.



A entrada do esgoto é na parte superior do filtro e a saída na parte inferior. Deve-se considerar o declive do terreno na construção, sobretudo em relação ao local da caixa de gordura.

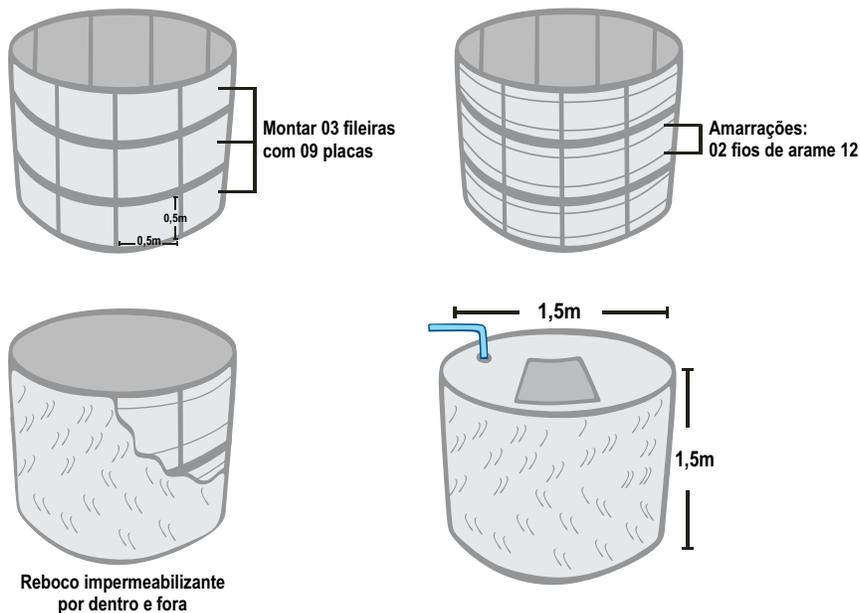


Figura 04 – Filtro biológico, proporções e dimensões

Montagem das Camadas do filtro: Colocar o material formando camadas de 20 cm. A composição obedece a seguinte ordem: seixo rolado na parte inferior, seguido de brita; acima vem a areia grossa, e finaliza com a camada superficial de palha ou capim seco, raspa de madeira ou outro material disponível na propriedade, conforme figura 05.

Após a montagem das camadas é instalado um tubo de PVC de 32 mm em formato de garfo perfurado na parte inferior para distribuir uniformemente a água na superfície do filtro. Há ainda, um registro na entrada para manutenção do sistema, (imagem 03).

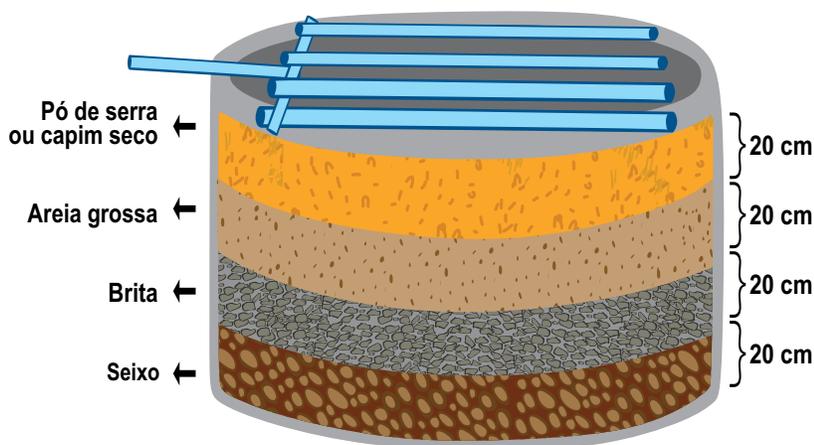


Figura 05 – Filtro biológico - proporcionalidade das camadas



Imagem 03 – Filtro biológico

3.2.3 – TANQUE DE REUSO

O tanque de reúso tem a função de armazenamento do efluente após o tratamento, e nele se dispõe a bomba para impulsionar o efluente tratado para o sistema de irrigação. Tem capacidade de armazenamento de 2.600 litros, com as dimensões de 1,5 m de diâmetro e 1,5 m de profundidade. Já a escavação precisa ter diâmetro de 2,20 m para um bom trabalho do pedreiro.

A profundidade do tanque de reúso não pode ser inferior a 1,5 m sob risco de não suportar o volume de água cinza disponível numa casa com 5 moradores, entretanto, pode ser maior que 1,5 m, caso a topografia do terreno o exija, para assegurar a declividade mínima de drenagem do filtro por gravidade. Também deve ser provido de tampa.

A construção é realizada com placas similares às utilizadas em cisternas, com dimensão de 50 x 50 cm, amarradas com fio de arame galvanizado 12, rebocada com cimento e impermeabilizante por dentro e por fora. A montagem das placas obedece ao seguinte esquema: três fileiras com 9 placas e dois fios de arame 12, em cada placa. A tampa é feita com ferro e concreto no diâmetro de 1,5 m, com uma parte da tampa com abertura para inspeção, limpeza e manutenções, e outra parte com acesso para o mangote do sistema de irrigação, conforme figura 06.

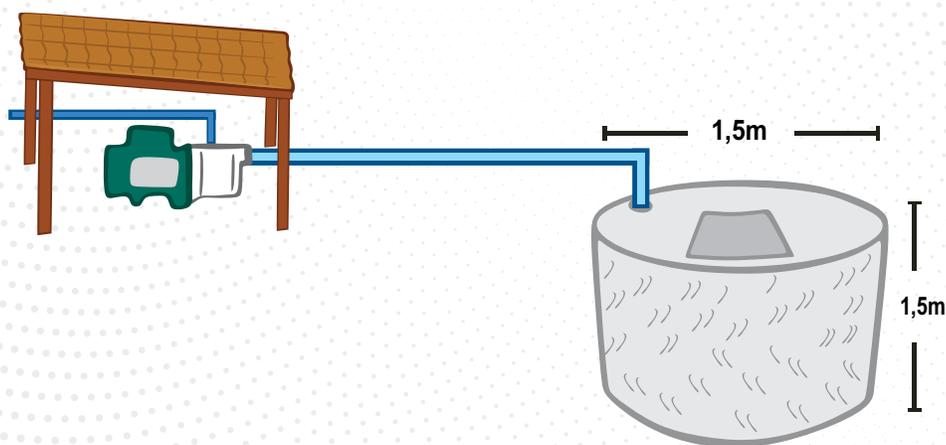


Figura 06 – tanque de reúso, proporcionalidade das camadas



Imagem 04 – Tanque de Reuso.

3.3 - MANEJO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA

A manutenção do sistema é um dos processos mais importantes para seu bom funcionamento e para os resultados esperados pela tecnologia, portanto, precisa ser compreendido pelas famílias que dispõem da tecnologia e pelas equipes de assessoria técnica. Para a Bioágua Familiar as principais recomendações são:

1. Assegurar $0,44 \text{ m}^2$ de filtro por pessoa ($A = \pi \times r^2$);
2. Usar ralos nas pias e não descartar nestas, gordura nem resíduos sólidos (óleos, raspa de frigideira, pó de café, resto de comida, etc. Esses resíduos devem ser depositados em lixeiras para o devido fim);
3. Limpar caixa de gordura a cada 7 ou 15 dias (retirar sólidos do fundo, e gorduras ou espumas sobrenadantes) – descartar resíduos em balde com areia e após secagem destinar à compostagem ou como cobertura seca;
4. Trocar camada de capim seco do filtro periodicamente, a cada 2 ou 3 meses;

5. Assegurar o fluxo contínuo do esgoto (água cinza) pelo filtro, atentando-se a limpeza em caso de entupimento, e troca das camadas filtrantes sempre que necessário, ou 1 vez por ano;
6. Manutenção da tela para prevenção de mosquitos;
7. Destinar o efluente do tanque de reúso para as plantas frutíferas ou forrageiras, independente da ocorrência de chuva – o tanque precisa estar disponível para receber o efluente conforme o fluxo;
8. Limpar o filtro de irrigação pelo menos uma vez por semana – isso evita entupimentos constantes dos gotejadores;
9. Atentar-se para limpeza da válvula e rotor da bomba ou extração de ar, caso necessite, bem como manter em perfeita condição de uso a bomba centrífuga de ½ cv (sistema de escala familiar) – deve-se ter uma bomba reserva;
10. Eliminar vazamentos ou entupimentos que porventura surgirem nas estruturas de coleta, tratamento e de distribuição do efluente (tubos, mangueiras, gotejadores).



CURIOSIDADE:

O filtro biológico, pode ainda conter em suas camadas o húmus proveniente da decomposição de matéria-orgânica feita por “minhocas”. Nesse caso, para garantir a camada do húmus que substitui a camada superior de palha é necessária a construção de minhocário para criação e reprodução das minhocas e, conseqüente produção do húmus. Informações mais detalhadas podem ser encontradas no “Manual de utilização do Sistema de Bioágua Familiar – SAN”.

DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.FBB.ORG.BR/IMAGES/REPOSITORIO/07_2017/MANUAL%20BIOAGUA.PDF](https://www.fbb.org.br/images/repositorio/07_2017/Manual%20Bioagua.pdf)



SAIBA MAIS

<https://youtu.be/ni1O8fawGaQ>



4

SISTEMA DE TRATAMENTO DO ESGOTO TOTAL FAMILIAR:

4.1 - O QUE É A TECNOLOGIA?

Trata-se de um sistema conjunto de tratamento de águas cinzas e fecais, por mecanismos físicos e biológicos feitos em três etapas: preliminar – retenção da gordura; secundária – biodegradação da matéria orgânica em reator UASB; e terciária – desinfecção por radiação solar. O termo UASB descrito na literatura corresponde a sigla em inglês da expressão “Upflow Anaerobic Sludge Blanket” ou Reator anaeróbio de fluxo ascendente. O modelo de sistema adotado, baseia-se numa composição similar ao idealizado pelo INSA – Instituto Nacional do Semiárido e descrito por Mayer, et al. (2021)



BOX 03

“Quando eu recebi o povo disse que eu era doida, usar água escura de banheiro, ninguém acreditava, mais hoje passa o ano todo aproveitando a água na roça. Se em todo lugar tiver a saúde seria outra”.

Agricultora: Clarice Duarte, Comunidade Curral Novo Jacaré, Juazeiro – BA, TR Raízes do Sertão.
Foto: Manuela Cavadas

4.2 - COMO FUNCIONA?

O tratamento inicia com a retenção de gordura por meio de sifão em caixas apropriadas, seguido de remoção de matéria-orgânica por degradação microbiana no reator UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente), o qual é provido de estruturas para separação das fases de modo a manter sólidos no interior do reator, expiração de gases por um suspiro, e destinação do líquido por calha seguido de tubos para o interior das lagoas de polimento. Nestas, ocorre a última fase do tratamento que é a eliminação de patógenos (desinfecção) por radiação solar sob exposição que varia de 5 a 7 dias. A estimativa de esgoto produzido é requisito essencial para o dimensionamento dos sistemas, de modo que o modelo descrito aqui como de escala familiar tem capacidade para tratar até 750 litros/dia, produzidos por uma família de aproximadamente 5 pessoas (figura 07).



Imagem 05 – Visão área do sistema de tratamento do esgoto total familiar – Foto: Fábio Arruda

4.3 - COMO CONSTRUIR?

Os elementos do sistema são constituídos por caixa de gordura, rede coletora, tanque de equalização, reator UASB, lagoas de polimento, reservatório ou tanque de reuso, eletrobomba, rede de distribuição e equipamentos de irrigação localizada. As especificações detalhadas e materiais para construção se encontram no anexo 03 desta publicação.

4.3.1 – CAIXA DE GORDURA

A caixa de gordura é uma estrutura de tratamento preliminar das águas cinzas, que tem a função de reter gorduras e sólidos proveniente das pias e ralos. A caixa de gordura é construída em formato de cubo com profundidade e lados iguais, com 50 cm na parte interior. Essas dimensões atendem a uma família que oferta volume igual ou inferior à 500 litros de água cinza por dia, correspondendo a domicílios de até cinco pessoas.

A construção é realizada com bloco cerâmico e cimento, estando abaixo da rede de esgoto da casa, utiliza-se tubo de PVC e joelhos 40 mm, para conexões. A tampa é construída com ferro e concreto na dimensão de 60 x 60 cm, como ilustra a figura 03.

DICA



A entrada das águas cinzas na caixa de gordura devem estar acima do nível do tubo de saída e é necessário colocar joelho voltado para baixo no tubo de saída.

4.3.2 – TANQUE DE EQUALIZAÇÃO

O tanque de equalização tem objetivo de reunir todo o esgoto da residência (águas cinzas e águas fecais), para homogeneizar o esgoto e funcionar como também como um tanque regulador da vazão do sistema. Em sistemas domiciliares ele substitui a fossa séptica convencional.

As dimensões do tanque de equalização são: 1,5 m de diâmetro com 1,5 m de profundidade. A escavação precisa ter diâmetro de 2,20 m para um bom trabalho do pedreiro. O tanque de equalização recebe esgoto diretamente

do vaso sanitário com tubo de PVC de 100 mm, e da caixa de gordura com tubo de PVC de 40 mm, por gravidade. A saída do tanque para reator UASB é com tubo de PVC de 75 mm, que deve estar 10 cm abaixo dos tubos de entrada.

A construção é realizada com placas similares às utilizadas em cisternas, com dimensão de 50 x 50 cm, amarradas com fio de arame galvanizado 12, rebocada com cimento e impermeabilizante por dentro e fora. A montagem das placas obedece ao seguinte esquema: três fileiras com nove placas e dois fios de arame 12, em cada placa. A tampa é feita com ferro e concreto no diâmetro de 1,5 m, com uma tampa provida de acesso para inspeção ou coleta por meio de mangueira, conforme figura 07.

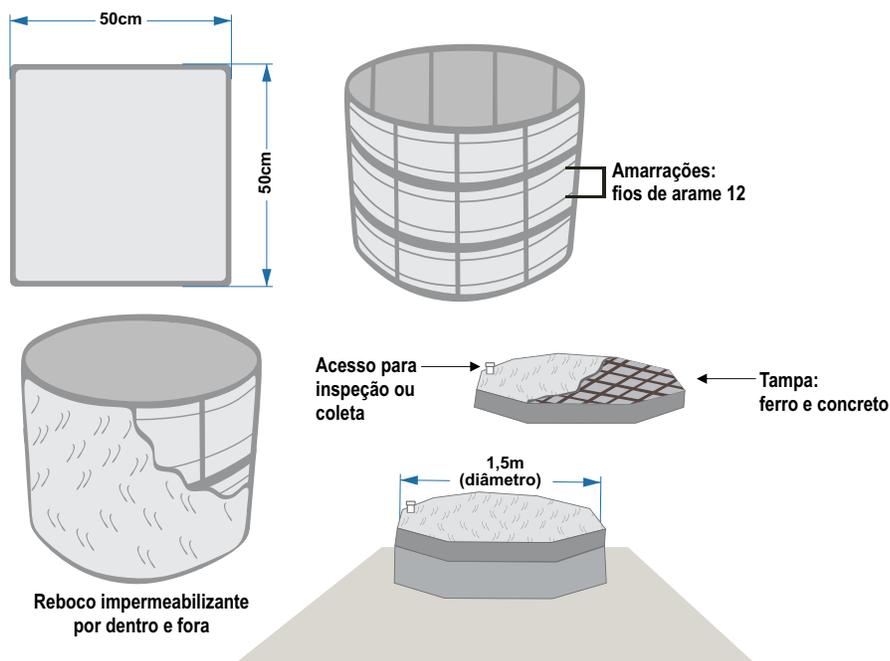


Figura 07 – Tanque de Equalização

4.3.3 – REATOR UASB

O reator UASB (reator anaeróbico de fluxo ascendente) é confeccionado em fibra de vidro, e feito sob encomenda. Ele tem a função de remoção da matéria-orgânica do esgoto a partir da ação de microrganismos anaeróbicos (que não precisam de oxigênio), e estão presentes no lodo, na parte inferior do reator UASB. Através da ação dos microrganismos (fermentação), acontece a transformação do sólido em líquido e gás, além da multiplicação dos microrganismos. O reator é responsável pela redução, em média, de 80% da matéria-orgânica.

A entrada do esgoto no reator ocorre por meio de tubo de PVC de 75 mm oriundo do tanque de equalização que é conectado no fundo do reator, espaço onde ocorre o processo de degradação. Já a parte líquida, após realizado o tratamento, escoa pela parte superior por tubo de PVC de 40 mm e segue para lagoas de polimento. Quanto ao gás, ele é expelido pelo orifício na tampa. O reator familiar foi projetado para tratar uma vazão de 750 l/dia, com tempo de detenção hidráulica de 8h com volume de 250 L, realizando 3 ciclos por dia. É possível encontrar reatores de tamanhos e volumes variados em casas de material de construção.

O reator UASB fica enterrado em local e profundidade que permitam a chegada do esgoto por gravidade. Requer escavação de 1,0 metro diâmetro e no mínimo 1,40 m de profundidade. Para ativação do sistema é necessário a inserção de 20% do volume de lodo recolhido de outro reator em atividade (figura 08 e imagem 06).

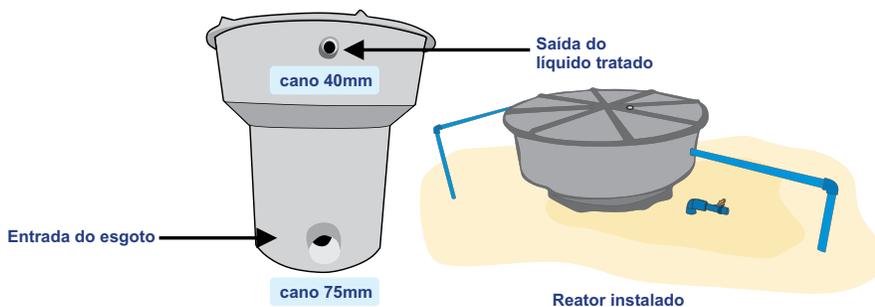


Figura 08 – Dimensões Reator UASB para tratamento 1.000 L/dia.



Imagem 06 – Reator UASB instalado

⊙ 4.3.4 – LAGOAS DE POLIMENTO

Trata-se de tanques impermeáveis sem tampa, com função de eliminar as bactérias do efluente através da incidência da radiação solar, e de decantação dos sólidos que passaram pelo reator UASB. É similar a uma lagoa de estabilização. Devido a incidência solar, surgem microalgas que também consomem matéria-orgânica por meio de fotossíntese.

O efluente precisa permanecer na lagoa de polimento pelo período de 5 a 7 dias para que ocorra o tratamento. Após este período, o tratamento é finalizado, e em seguida será liberado para o tanque de reuso, onde outro tanque de polimento iniciará o processo, assim intercalando o tratamento nos dois reservatórios.

Para tratamento são construídas duas Lagoas de Polimento com capacidade de 1.700 litros cada, e uma caixa de registros, onde há tanques em formato circular com 1,5 m de diâmetro e 1 m de profundidade. Já a escavação precisa ter 2 m de largura, 4 m de comprimento e 1 m de profundidade para o trabalho do pedreiro (figura 09).

A construção da lagoa de polimento é realizada por placas similares as utilizadas em cisternas, com dimensão de 50 x 50 cm, amarradas com fio

de arame galvanizado de 12, rebocada com cimento e impermeabilizante por dentro e fora. A montagem das placas obedece ao seguinte esquema: 2 fileiras com 9 placas e dois fios de arame 12 em cada placa.

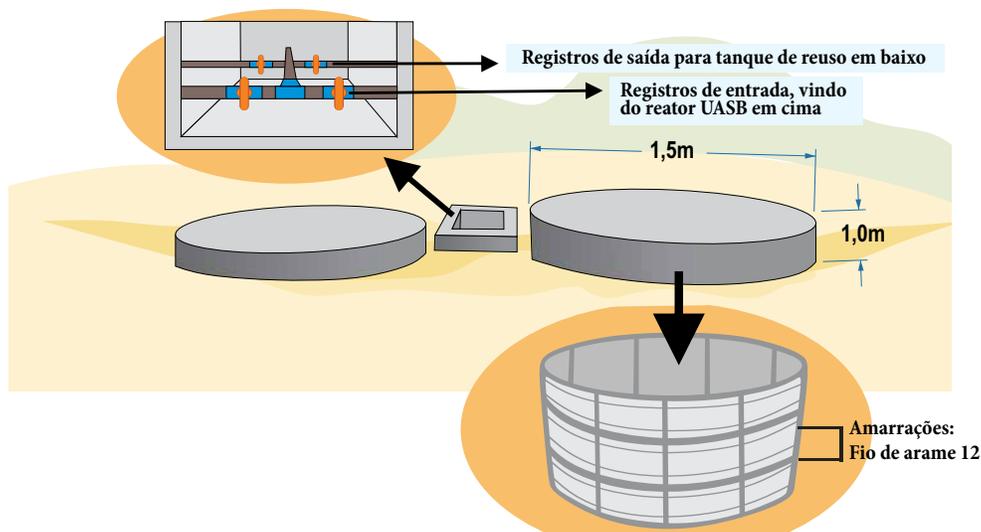


Figura 09 – Lagoas de Polimento.

4.3.5 – TANQUE DE REUSO

O tanque de reuso tem a função de armazenamento do efluente após o tratamento, e nele se instala a bomba para impulsionar o efluente tratado para o sistema de irrigação. Tem capacidade de armazenamento 2.600 litros, com as dimensões de 1,5 m de diâmetro e 1,5 m de profundidade. Já a escavação precisa ter diâmetro de 2,20 m para um bom trabalho do pedreiro.

A profundidade do tanque de reuso não pode ser inferior a 1,5 m sob risco de não suportar o volume de esgoto disponível numa casa de 5 moradores, entretanto, pode ser maior que 1,5 m, caso a topografia do terreno o exija para assegurar a declividade mínima de drenagem do filtro por gravidade. Também deve ser provido de tampa.

A construção é realizada por placas similares as utilizadas em cisternas, com dimensão de 50 x 50 cm, amarradas com fio de arame galvanizado 12, rebocada com cimento e impermeabilizante por dentro e fora. A montagem das placas obedece ao seguinte esquema: 3 fileiras com 9 placas e dois fios de arame 12 em cada placa. A tampa é feita com ferro e concreto no diâmetro de 1,5 m, com uma parte da tampa com abertura para inspeção, limpeza e manutenções, e outra parte com acesso para o mangote do sistema de irrigação.



Imagem 07 – Tanque de reuso

4.4 - COMO FAZER MANEJO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA?

A manutenção do sistema é o processo mais importante para o bom funcionamento e resultados esperados pela tecnologia. Portanto, precisa ser compreendido pelas famílias que irão receber a tecnologia e pelas equipes de assessoria técnica, para que o sistema de tratamento do esgoto total Familiar funcione de forma adequada. Neste sentido, as principais recomendações são:

- 1) Fazer uso consciente de produtos de limpeza;
- 2) Usar ralos nas pias e não descartar nestas, gordura nem resíduos sólidos (óleos, raspa de frigideira, pó de café, resto de comida, etc. Esses resíduos devem ser depositados em lixeiras para o devido fim);
- 3) Não descartar papel higiênico nem outros objetos no vaso sanitário – use a lixeira;
- 4) Limpar caixa de gordura a cada 7 ou 15 dias (retirar sólidos do fundo, e gorduras ou espumas sobrenadantes) – descartar resíduos em balde com areia e após secagem destinar à compostagem ou como cobertura seca;
- 5) Assegurar que o efluente após enchimento da lagoa permaneça parado por no mínimo 5 dias de exposição ao sol – se possível expor por 7 dias;
- 6) Limpar as lagoas de polimento em intervalos de 3 a 6 meses, retirando o lodo do piso e paredes, seguido de secagem e decomposição do resíduo em composteira;
- 7) Destinar o efluente do tanque de reuso para as plantas frutíferas ou forrageiras, independente da ocorrência de chuva – o tanque precisa estar disponível para receber o efluente descartado das lagoas conforme o fluxo;
- 8) Limpar o filtro de irrigação pelo menos uma vez por semana – isso evita entupimentos dos gotejadores;
- 9) Atentar-se para limpeza da válvula e rotor da bomba ou extração de ar, caso necessite, bem como manter em perfeita condição de uso, bomba centrífuga de ½ cv para sistema de escala familiar (5 pessoas – deve-se ter uma bomba reserva);

10) Eliminar vazamentos ou entupimentos que porventura surgirem nas estruturas de coleta, tratamento e de distribuição do efluente (tubos, mangueiras, gotejadores);

11) Manter em bom estado, todos os componentes do sistema: reparos e pintura exteriores das estruturas cimentadas; telas sobre as lagoas de polimento para prevenir proliferação de mosquitos; cercas de proteção da estação de tratamento; contenção de solos por meio de gramíneas ou cascalho no interior da estação de tratamento;

12) Fazer descarte de parte do lodo do reator a cada 2 anos (cerca de 20%, na parte inferior), seguido de secagem e decomposição em composteira;

13) Adotar EPI nas manutenções.



SAIBA MAIS

<https://www.youtube.com/watch?v=Kd4SgdVh19k>



5

SISTEMA DE TRATAMENTO DO ESGOTO TOTAL COMUNITÁRIO:

5.1 - O QUE É A TECNOLOGIA?

Semelhante ao Sistema de tratamento de esgoto total familiar quanto aos componentes e princípios de funcionamento, difere apenas quanto ao tamanho das estruturas, sendo dimensionado para atender coletivamente a demanda de uma escola rural, assentamento ou povoado, de forma coletiva e gestão associativa.

O sistema comunitário requer maiores variações que o familiar em relação às suas estruturas podendo-se dimensionar para diferentes volumes incluindo-se o tamanho do reator UASB, e/ou diferentes dimensões e quantidade de lagoas, inclusão de poço de inspeção, caixa de grade e areia, estações de bombeamento pré-tratamento, dentre outros componentes, conforme perfil sócio geográfico comunidade ou escola. A estimativa de esgoto produzido é requisitada ao dimensionamento também dos sistemas comunitários.

Possibilita de forma comunitária o tratamento de esgoto, evitando o acúmulo de água parada, responsáveis pela (proliferação de doenças humanas ou não), poluição dos solos e mal odor, permitindo a reciclagem de água e nutrientes, redução dos impactos ambientais.



Adailton Almeida, Agricultor e Agente comunitário de saúde, Comunidade Açude da Rancharia, Juazeiro – Ba, TR Flor da Caatinga.
Foto: Magabi Matos.

“Eu como agente comunitário de saúde, tinha dificuldade em orientar as famílias sobre onde destinar o esgoto. Pela falta de condição delas em abrir foça séptica, encontrava muito esgoto, muriçoca e baratas no fundo das casas.

A comunidade não percebia o quanto de água perdia, agora a gente reutiliza para produzir alimento para o rebanho. A melhor qualidade de vida que temos hoje, é ter Saneamento Básico Rural”.

5.2 - COMO FUNCIONA?

O tratamento inicia com a retenção de gordura por meio de sifão em caixas de gordura – mínimo uma por residência, bem como retenção de areia por sedimentação e retenção de sólidos, ambos em caixa de areia provida de grade, o que se caracteriza como um tratamento preliminar. Em seguida, ocorre o tratamento secundário que consiste na remoção de matéria-orgânica por degradação microbiana em ambiente anaeróbico, no interior do reator UASB (reator anaeróbico de fluxo ascendente), o qual é provido de estruturas para separação das fases de modo a manter sólidos no interior do reator, expiração de gases por um suspiro, e destinação do líquido por calha seguido de tubos para o interior das lagoas de polimento. Nestas, ocorre a última fase – tratamento terciário, que é a eliminação de patógenos (desinfecção) por radiação solar sob exposição de cinco a sete dias.

O sistema descrito coletivo tem a capacidade para tratar até 10.000 litros/dia, produzidos por aproximadamente 100 pessoas. Além da especificidade do dimensionamento, a rede coletora se diferencia para cada realidade.

Além das citadas estruturas responsáveis pelo tratamento em si, o sistema dispõe ainda de estruturas auxiliares, tais como: caixas de passagem para convergência de redes coletora; tanque de inspeção; e tanque de equalização; e tanque de reuso (imagem 08).

DICA



Para dimensionamento e locação do sistema de tratamento do esgoto total comunitário, faz-se necessário considerar o posicionamento da estação de tratamento em sentido contrário ao do vento em relação às casas., Analisar as características topográficas para dispensa ou adoção de estações de bombeamento (elevatórias) – recomenda-se um levantamento planialtimétrico, além de localizar previamente a área de cultivo disponível para projetar o sistema de modo a otimizar tamanho e/ou custo das redes coletora e de distribuição. Assim, orienta-se que um projeto

técnico seja elaborado previamente por um profissional das ciências agrárias em diálogo com a comunidade para um dimensionamento correto e adequado à realidade local. Para gestão de um sistema desse faz-se necessário a comunidade dispor de um bom nível de organização e ser proativa desde a implantação.



Imagem 08 – Visão área do sistema de tratamento do esgoto total comunitário – Foto: Fábio Arruda

5.3 - COMO CONSTRUIR?

Os elementos do sistema são constituídos por caixas de gordura, caixa de passagem, rede coletora, caixa de grade e areia, tanque de equalização, reator UASB, lagoas de polimento, reservatório ou tanque de reúso, eletrobomba, rede de distribuição e equipamentos de irrigação localizada, especificações e materiais para construção se encontram no anexo 04 desta publicação.

5.3.1 – CAIXAS DE GORDURA

A caixa de gordura é uma estrutura de tratamento preliminar das águas cinzas, na qual tem a função de reter gorduras e sólidos proveniente das pias e ralos. A caixa de gordura é construída em formato de cubo com profundidade e lados iguais a 50 cm na parte interior. Essas dimensões atendem a uma família que oferta volume igual ou inferior à 500 litros de água cinza por dia, correspondendo à domicílios de até 05 (cinco) pessoas.

A construção é realizada com bloco cerâmico e cimento, localizada abaixo da rede de esgoto da casa. Para tanto, utiliza-se tubo de PVC e joelhos 40 mm, para conexões. A tampa é construída com ferro e concreto na dimensão de 60 x 60 cm, como ilustra a figura 03.

DICA



Os canos para entrada das águas cinzas e águas fecais na caixa de passagem devem estar instalado acima do nível do tubo de saída da rede de esgoto.

5.3.2 – CAIXA DE PASSAGEM

A caixa de passagem é uma estrutura auxiliar, onde ocorre a convergência das águas cinzas vindas da caixa de gordura e esgoto provenientes do vaso sanitário, bem como nas mudanças de direção, onde evita-se o uso de joelhos e tês para fazer curvas devido ao risco de entupimentos em rede de escoamento por gravidade. Tem formato retangular com profundidade de 40 cm, largura e comprimento de 60 cm. A caixa de passagem reduz a demanda por visita ou inspeção, garantindo assim as condições de acesso ao equipamento para limpeza do trecho a jusante. Pode ainda ser utilizado o modelo cilíndrico de caixa em pré-moldado, a depender da relação custo-benefício do mercado local em comparação à alvenaria.

A construção é realizada com bloco cerâmico e cimento, no mesmo nível da rede coletora unificando-as independente do diâmetro. A tampa é construída com ferro e concreto na dimensão de 50 x 70 x 70 cm (imagem 09).

DICA



Os canos para entrada das águas cinzas e águas fecais na caixa de passagem devem estar instalado acima do nível do tubo de saída da rede de esgoto.

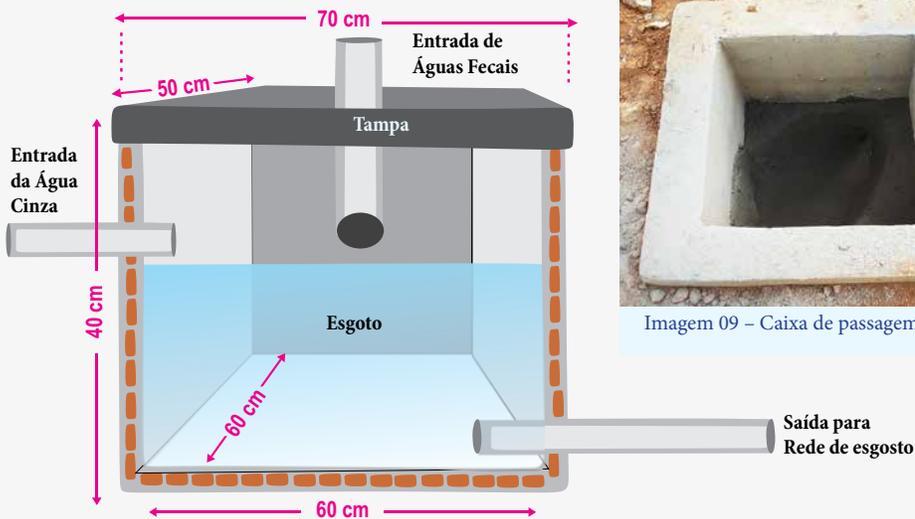


Figura 10 – Caixa de passagem.

5.3.3 – REDE COLETORA DE ESGOTO

A rede coletora de esgoto consiste no conjunto de ligações por meio de tubos, desde a recepção do esgoto ao sair do interior da residência, passando pela caixa de gordura e demais estruturas de linha até alcançar o tanque de reúso para destinação final do efluente tratado. Deve ser dimensionada em função da vazão estimada para a soma das residências, considerando a topografia, distância, trânsito de veículos, dentre outros aspectos. Requer levantamento planialtimétrico para melhor definição. A tubulação pode ser de 50mm para a água cinza e 100mm para águas fecais. Para o esgoto total pode variar de 100 a 150 mm não podendo ser inferior à DN 100mm (NBR 9.649/86). Geralmente requer escavação tanto manual – próximo às residências, quanto mecanizada por retroescavadeiras para abertura de valas de instalação dos tubos no trajeto das residências à estação de tratamento.

Dependendo da realidade local pode requerer mais de um tanque de equalização e consequente bombeamento – por ausência do declive necessário. Do mesmo modo, redes muito extensas requerem a instalação de poço de visita ou inspeção, sendo também requerido na reunião de redes coletoras e na mudança de direção destas. O poço consiste em uma câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinada à execução de trabalhos de manutenção de rede, podendo ser obtido como pré-moldado no comércio. Deve dispor de câmara de 80cm e tampão com diâmetro de 60cm, onde a profundidade pode variar com a rede, de modo que se recomenda o recobrimento mínimo de 0,90m em vias de tráfego, e 0,65m em passeios (NBR 9.649/86).

Portanto, este é o componente que mais se diferencia de um projeto para o outro, pois as realidades são diferentes.

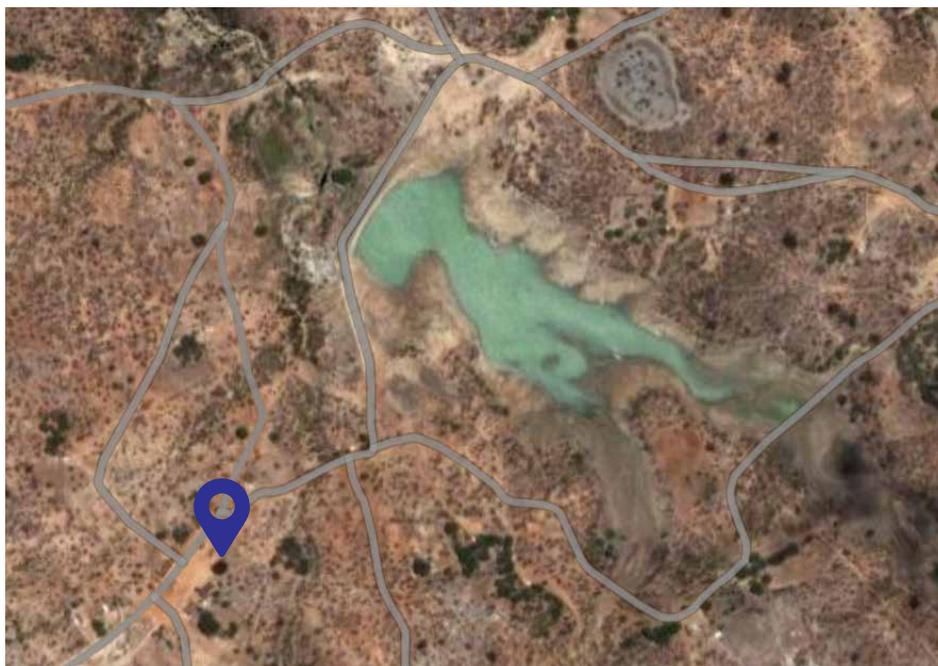


Imagem 10 – Comunidade Açude da Rancharia, Distrito de Pinhões. Fica a 70 km de Juazeiro-Ba. Coordenadas geográficas: 9°38'28.7"S 40°01'48.1"W.

5.3.4 – CAIXA DE GRADE E AREIA

Trata-se de uma caixa provida de fosso e grade. Essa estrutura faz parte do tratamento primário do esgoto, sendo este o primeiro componente da estação de tratamento, que tem a função de reter sólidos indesejáveis no esgoto, tais como areia, papel, plástico, pelos, entre outros, permitindo limpeza periódica manual e evitando transtornos no fluxo e funcionamento das estruturas de tratamento secundário terciário.

A caixa é construída em bloco cerâmico e cimento e possui dimensão de 2 m de comprimento, 0,6 m largura, sendo o compartimento de grade com 0,6 m de comprimento e 0,6 m de profundidade, ao passo que o fosso dispõe de 1,40 m de comprimento e 1,0 m de profundidade. A caixa de areia deve dispor de uma grade (0,5 x 0,5 m) e uma tampa de metal (2 x 0,6 m) (imagem 11).

DICA



A fim de fazer manutenção da caixa de grade e areia, é necessário a inserção de desvio, com tubo de PVC de 40 mm na entrada lateral da caixa para fora do sistema. Com isso, durante a manutenção, e não havendo interrompimento do fluxo, é possível desviar o esgoto temporariamente.



Imagem 11 - Caixa de grade e areia



Imagem 12 - Caixa de grade e área

5.3.5 – TANQUE DE EQUALIZAÇÃO / FOSSA SÉPTICA

O tanque de equalização corresponde a uma fossa séptica de duas câmaras, e tem objetivo de reunir e homogeneizar todo o esgoto oriundo das residências (águas cinzas e águas fecais), e minimizar picos de vazão, de modo que no sistema comunitário independente da variação de vazão de entrada, a passagem do esgoto deste tanque para o reator se dê por bombeamento controlado para assegurar o tempo mínimo de detenção no UASB.

As dimensões do tanque de equalização seguem as medidas internas de 5,0 m de comprimento, 2,0 m largura com 2,0 m de profundidade. O tanque se divide em duas câmaras em série na proporção 2:1 em relação ao volume, da entrada para a saída (NBR 7.229/93), ou seja, mantidas a largura e profundidade citadas, a câmara de entrada dispõe comprimento de 3,3m e a de saída 1,7m, obtendo-se com as duas a capacidade de 20.000 litros (figura 11).

Na escavação precisa ter 4,0 m de largura, 7,0 m de comprimento e 2,0 m de profundidade para o trabalho do pedreiro. O tanque de equalização recebe esgoto diretamente da caixa de grade e areia por meio de tubo de PVC de 100 mm, por gravidade. A saída do tanque para reator UASB ocorre por meio de bomba centrífuga de 0,5 cv, controlada por temporizador digital

que a aciona em vários períodos durante o dia, com intervalos de 4 em 4 horas, podendo esta programação ser alterada pela pessoa responsável, conforme perfil da vazão de entrada do esgoto.

A construção é realizada com bloco cerâmico, cimento e ferro. A cobertura é uma estrutura de lage, com uma tampa composta por ferro e concreto na dimensão de 60 x 60 cm em cada câmara, e uma base para bomba.

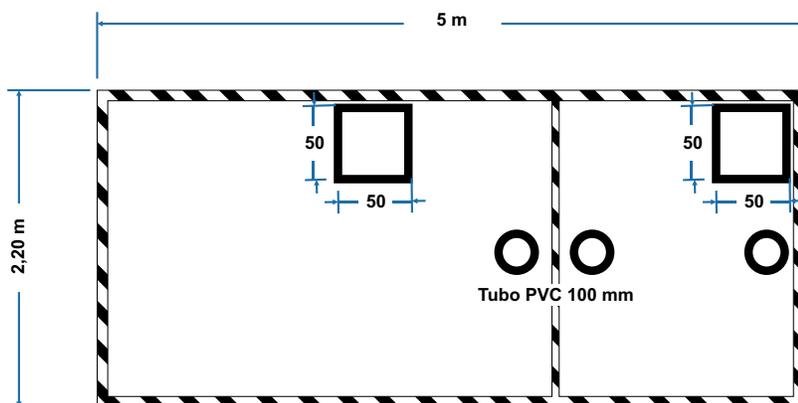


Figura 11 – Tanque de equalização



Imagem 13 – Tanque de equalização

⊙ 5.3.6 – REATOR UASB

O reator UASB (reator anaeróbico de fluxo ascendente) é confeccionado em fibra de vidro, e feito sob encomenda. Ele tem a função de remoção da matéria-orgânica do esgoto a partir da ação de microrganismos anaeróbicos (que não precisam de oxigênio), e estão presentes no lodo, na parte inferior do reator UASB. Através da ação dos microrganismos (fermentação), acontece a transformação do sólido em líquido e gás, além da multiplicação dos microrganismos. O reator é responsável pela redução, em média, de 80% da matéria-orgânica.

A entrada do esgoto no reator ocorre por meio de tubo de PVC de 75 mm oriundo do tanque de equalização que é conectado no fundo do reator, espaço onde ocorre o processo de degradação. Já a parte líquida, após realizado o tratamento, escoo pela parte superior por tubo de PVC de 50 mm e segue para lagoas de polimento. Quanto ao gás, ele é expelido pelo orifício na tampa.

O reator de escala comunitária foi projetado para tratar uma vazão de 10.000 L/dia, com tempo de detenção hidráulica de 8h com volume de 3.300 l, realizando 3 ciclos por dia.

O reator coletivo possui diâmetro 1,77 m, profundidade 1,71 m, sendo possível encontrar reatores de tamanhos e volumes variados em casas de material de construção.

O reator UASB fica enterrado em local e profundidade que permitam a chegada do esgoto do tanque de equalização. Para sua escavação, o equipamento coletivo precisa de 2.0 diâmetro e no mínimo 1,20 m de profundidade.



Para ativação do sistema é necessário a inserção de 20% do volume de lodo trazido de outro reator em atividade.

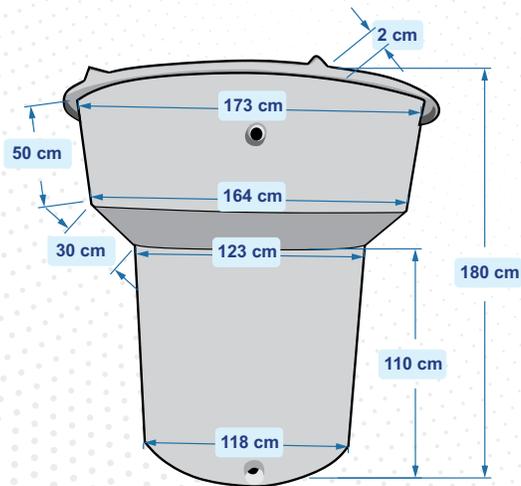


Figura 12 - Dimensões Reator UASB para tratamento 10.000 l/dia



Imagem 14 – Reator UASB instalado

5.3.7 – LAGOAS DE POLIMENTO

Trata-se de tanques impermeáveis desprovidos de tampa, com função de eliminação das bactérias do efluente através da incidência da radiação solar, e de decantação dos sólidos que passaram pelo reator UASB similar a uma lagoa de estabilização. Devido a incidência solar surgem microalgas que também consomem matéria orgânica por meio de fotossíntese.

O efluente precisa permanecer na lagoa de polimento por período de 5 a 7 dias para que ocorra o tratamento. Após este período o tratamento se considera finalizado e em seguida será liberado para o tanque de reuso e outro tanque de polimento iniciará o processo, assim intercalando o tratamento nos dois reservatórios.

Para sistemas comunitários são construídas duas ou três Lagoas de Polimento, para escolas ou comunidades de 70 até 100 usuários, respectivamente. Cada lagoa é provida de uma caixa de registros de entrada e saída. Adota-se tanques circulares de técnica de construção similar às cisternas de placas, de modo a favorecer a apropriação pelos pedreiros. As lagoas dispõem de 6,1m de diâmetro interno e 1,0m de profundidade com capacidade de 29.000 litros, cada. Logo, a escavação precisa dispor de 8,0 m de largura por 16,0 ou 24,0 m de comprimento para construção de 2 ou 3 lagoas respectivamente, conforme figura 12.

A profundidade fixa em um metro assegura a devida desinfecção solar eliminando coliformes fecais e outros microrganismo indesejáveis na água de reuso – se maior que 1,0m esse objetivo fica comprometido, ao passo que preserva nutrientes de interesse nutricional das plantas tais como nitrogênio e fósforo, sob risco de perda se a profundidade for inferior a 1,0m.

A construção da lagoa de polimento de escala comunitária é realizada com placas iguais às utilizadas em cisternas de produção, com dimensão de 50 x 60 cm, amarradas com fio de arame galvanizado 12, rebocada com cimento e impermeabilizante por dentro e fora, a montagem das placas obedecem ao seguinte esquema: 2 fileiras com 28 placas e 35 voltas de fios de arame 12.

No centro de cada lagoa é instalado um tubo de PVC de 100 mm fixado com cimento e ferro e tampado (CAP de 100 mm), com objetivo de sustentar a tela tipo mosquiteiro nylon branca, como cobertura para evitar proliferação de mosquitos. Não é recomendada a utilização de tela sombrite.

A entrada no efluente nas lagoas é por meio de tubo de PVC de 50mm, com registro esférico de 50mm, posicionada na parte superior da lagoa. A saída das lagoas ocorre por meio de PVC de 50mm locado no fundo

da lagoa, sendo necessário a construção de caixa de registro em bloco cerâmico e cimento (0,50 x 0,50 x 0,60 m), ao lado da lagoa, utiliza-se tubo de PVC, registro esférico e joelhos 50mm, para conexões. A tampa é construída com ferro e concreto na dimensão de 60 x 60 cm, conforme figura 13.

DICA



Observar o enchimento das lagoas para que não transborde e seja feito o direcionamento para lagoa vazia. É necessário que ao fim de sete dias a lagoa em repouso tenha efluente liberado para o tanque de reuso.

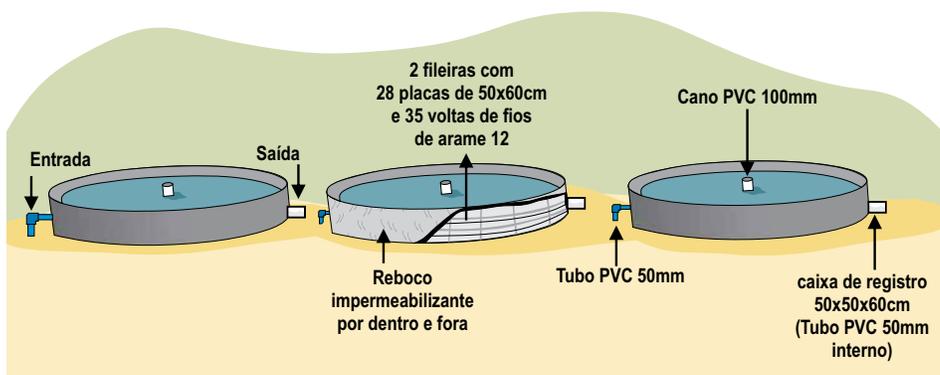


Figura 13 – Lagoas de Polimento



Imagem 15 – Lagoa de polimento



Imagem 16 – Visão área das lagoas de polimento – Foto: Fábio Arruda

5.3.8 – TANQUE DE REUSO (TIPO CISTERNA)

O tanque de reúso de escala comunitária consiste numa cisterna de 52m³, de padrão idêntico ao modelo Calçadão e Enxurrada do Programa Uma Terra e Duas Águas – P1+2, e tem a função de armazenamento do efluente após o tratamento, de onde parte por bombeamento para o sistema de irrigação. As dimensões do tanque de reúso é de 6,1m de diâmetro interno com 1,8m de profundidade. Já a escavação precisa ter diâmetro de 8,0m e profundidade de 1,80m considerando local com declive que permita drenagem das lagoas de polimento por gravidade.

A construção segue as mesmas recomendações descritas para cisterna-calçadão (Brasil, 2017). A construção se dá com três linhas de placas do tamanho de 0,50 x 0,60m e espessura de 4cm, totalizando 114 placas, e teto provido de vigas ou caibros feitos de concreto e ferro CA-50 de 10 mm, os quais dão sustentação às placas de cobertura. Ao todo são utilizados 38 caibros. O fundo da cisterna dispõe de armadura em ferro CA-50 ¼ (6,3 mm). O teto é montado sobre coluna central confeccionada em tudo

PVC150mm de diâmetro e 2,50m de comprimento. O teto deve dispor de base para instalação da bomba e tampa em chapa metálica em formato de trapézio com as dimensões de 35cm de base menor, 50cm de base maior e 65cm de comprimento, conforme imagem 17.



Imagem 17 – Tanque de reuso – foto: Fábio Arruda

DICA



O efluente contido na cisterna precisa ser constantemente bombeado para áreas de cultivo afim de manter o fluxo que é contínuo com as atividades domésticas dos usuários. Também é necessário a limpeza dos sólidos acumulados no fundo sempre que necessário.

5.4 - COMO FAZER MANEJO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA?

A manutenção do sistema é o processo mais importante para seu bom funcionamento e para os resultados esperados pela tecnologia, portanto, precisa ser compreendido pelas famílias que irão receber a tecnologia e pelas equipes de assessoria técnica. Para a sistema de tratamento do esgoto total Familiar, as principais recomendações são:

- 1) Fazer uso consciente de produtos de limpeza;
- 2) Usar ralos nas pias e não descartar nestas, gordura nem resíduos sólidos (óleos, raspa de frigideira, pó de café, resto de comida, etc. Esses resíduos devem ser depositados em lixeiras para o devido fim);
- 3) Não descartar papel higiênico nem outros objetos no vaso sanitário – use a lixeira;
- 4) Limpar caixa de gordura a cada 7 ou 15 dias (retirar sólidos do fundo, e gorduras ou espumas sobrenadantes) – descartar resíduos em balde com areia e após secagem destinar à compostagem ou como cobertura seca;
- 5) Assegurar que o efluente após enchimento da lagoa permaneça parado por no mínimo 5 dias de exposição ao sol – se possível expor por 7 dias;
- 6) Limpar as lagoas de polimento em intervalos de 3 a 6 meses, retirando o lodo do piso e paredes, seguido de secagem e decomposição do resíduo em composteira;
- 7) Limpar a caixa de grade e areia sempre que necessário, para remoção de sólidos e do excesso de areia e argila;
- 8) Limpar tanque de equalização com intervalos de 3 a 6 meses, retirando o lodo do piso e paredes, seguido de secagem e decomposição do resíduo em composteira;
- 9) Destinar o efluente do tanque de reuso para as plantas frutíferas ou forrageiras, independente da ocorrência de chuva – o tanque precisa estar disponível para receber o efluente descartado das lagoas conforme o fluxo;
- 10) Limpar tanque de reuso em intervalos de 3 a 6 meses, retirando o lodo do piso e paredes, seguido de secagem e decomposição do resíduo em composteira;

11) Limpar o filtro de irrigação pelo menos uma vez por semana – isso evita entupimentos constante dos gotejadores;

12) Atentar-se para limpeza da válvula e rotor da bomba ou extração de ar, caso necessite, bem como manter em perfeita condição de uso, a bomba centrífuga de 1,5 CV para sistema de escala comunitária (100 pessoas) – deve-se ter uma bomba reserva;

13) Eliminar vazamentos ou entupimentos que porventura surgirem nas estruturas de coleta, tratamento e de distribuição do efluente (tubos, mangueiras, gotejadores);

14) Manter em bom estado, todos os componentes do sistema: reparos e pintura exteriores das estruturas cimentadas; telas sobre as lagoas de polimento para prevenir proliferação de mosquitos; cercas de proteção da estação de tratamento; contenção de solos por meio de gramíneas ou cascalho no interior da estação de tratamento;

15) Fazer descarte de parte do lodo do reator a cada 2 anos (cerca de 20%, na parte inferior), seguido de secagem e decomposição em composteira;

16) Adotar EPI nas manutenções, como luvas de plástico para evitar o contato com esgoto ou efluente, em todas as etapas de tratamento e na irrigação.



SAIBA MAIS

<https://www.youtube.com/watch?v=YYFdaU3aMGo>



CURIOSIDADE:

Faça um *Tour Virtual* para conhecer um pouco mais sobre as tecnologias de reúso e esgoto.



<http://360.baronghouse.com.br/tecnologias-prosemiarido/>

6 MANEJO DO AFLUENTE

6.1 – QUALIDADE DO AFLUENTE

É importante destacar que informações sobre a qualidade do efluente são essenciais para o seu aproveitamento após o tratamento e que no Brasil não existe legislação específica para reuso de efluentes na agricultura, mas recomendações de órgãos nacionais e internacionais renomados que são referência de parâmetros de reuso agrícola.

Portanto, 99,99 % do afluente é água e 0,01 % de sólidos composto por 70% compostos orgânicos (proteínas, carboidratos e lipídios) e 30% inorgânicos (areia, sais e metais), por isso a necessidade de componentes preliminares de tratamento como caixas de gordura e de grade de passagem e componentes após o tratamento, a exemplo do filtro de tela (irrigação) que é instalado após o tanque de reuso, componentes que possuem a função de reter sólidos que podem interferir no bom funcionamento do sistema.

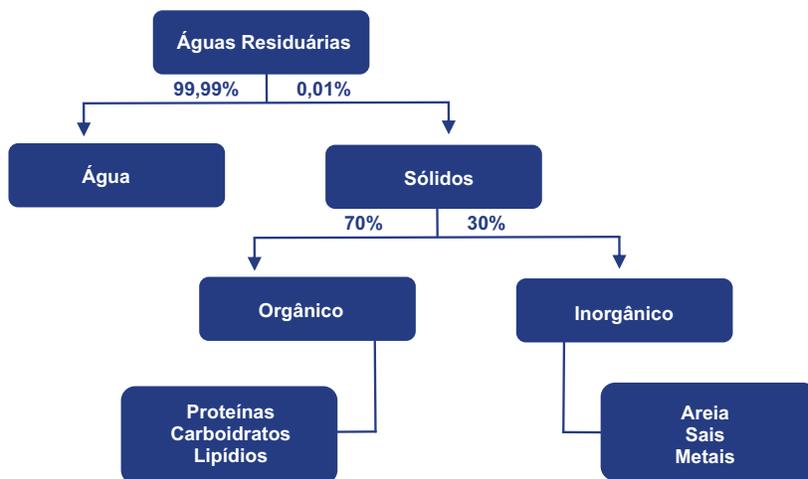


Figura 14 – Fluxograma da composição percentual do esgoto.

6.2 - QUALIDADE DO TRATAMENTO DO ESGOTO TOTAL

Conforme dados dos quadros 01 e 02, verifica-se que o sistema de tratamento de esgoto total tem potencial relevante na remoção de matéria-orgânica e microrganismos, bem como preservação dos nutrientes de interesse das plantas. Ressalta-se que tal desempenho pode variar muito com o manejo, por isso é fundamental seguir rigorosamente o calendário de limpezas, operações de registros e bombas, e substituições ou reparos que se fizerem necessários para uma boa eficiência do tratamento e uso seguro.

Um sistema dimensionado corretamente e bem manejado suprime coliformes a níveis aceitáveis pelos órgãos de controle ambiental e mantém nitrogênio e fósforo oriundos do esgoto para reutilização segura e benéfica no cultivo de frutíferas e plantas forrageiras.

Assim o quadro 01 e 02, pode ser utilizado como parâmetro de monitoramento da qualidade do afluente em relação aos parâmetros recomendados para bom tratamento do esgoto, assim como parâmetros que permitam indicar nutrientes presentes nos afluentes essenciais para as plantas, funcionando como biofertilizante com macro e micro nutrientes, não necessitando uso de fertilizantes químicos.

Quadro 01: Valores médios da eficiência quanto ao aspecto ambiental, do sistema de tratamento de esgoto total com UASB e lagoas de polimento, instalado no Centro de Formação D. José Rodrigues em 2019.

Parâmetros	Dados da análise*			Recomendações para reúso em fruteiras e forrageiras.
	EB	EPT	ER (%)	
Coliformes Termotolerantes (NMT/100 mL)	1200	45	96	< 200 NMP/100mL (USE-PA, 2012)
Escherichia Coli (NMT/100 mL)	2500	165	93	< 105 NMP/100mL (OMS, 2006)
Heterotróficas (UFC/mL)	25	7,5	70	-
Ovos de Helminthos (Ovos/g)	0	0	0	< 1 ovo/g (OMS, 2006)
DQO (mg de O ₂ /L)	997	72	93	Remoção mínima 60 – 90% (CPRH-PE, NT/2007)
DBO (mg/L)	760	143	81	Remoção mínima de 60% (CONAMA N° 430/2011)

Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	19	0,1	99	< 1 mL/L (CONAMA Nº 430/2011)
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	1333	866	35	< 500 mg/L (CONAMA, 357/2005)
*.Ano 2019, EB – Esgoto bruto, EPT – Efluente pós tratamento, EDR – Eficiência de Remoção, DQO – Demanda, DBO – Demanda Bio.				

Quadro 02: Valores médios da eficiência quanto ao aspecto nutricional, do primeiro sistema de tratamento de esgoto total com UASB e lagoas de polimento, instalado no Centro de Formação Dom José Rodrigues em 2019.

Parâmetros	Dados da análise*	
	Esgoto bruto	Efluente pós-tratamento
Nitrogênio Total (mg/L)	41,4	31,4
Fósforo (mg/L)	70,0	67,5
Cálcio (mg/L)	0,7	0,9
Magnésio (mg/L)	1,5	1,4
Potássio (mg/L)	41,5	43,3
Sódio (mg/L)	50,8	54,4

6.2 – SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

O sistema de irrigação para tecnologias de tratamento de esgoto, seja de águas cinzas, águas fecais ou esgotos totais, dependerá do formato da tecnologia, como exemplo da BET, que as cultivares de folhas largas são plantadas na superfície da bacia de evapotranspiração, assim exercendo uma função importante do sistema, devolvendo a água em forma gasosa ao ambiente, processo fisiológico conhecido como evapotranspiração das plantas.

No caso dos sistemas bioágua ou de tratamento do esgoto total familiar e coletivo, é necessário estabelecer irrigação em áreas que estão destinadas ao cultivo dos roçados, plantas forrageiras, arbóreas e frutíferas, assim evitando o contato do efluente com os frutos e parte aérea das plantas, poupando possíveis infecções patogênicas nos alimentos, pois mesmo após o tratamento, o esgoto só está restrito para agricultura quando atinge eficiência de

tratamento nos parâmetros vistos no quadro 01, o que depende do manejo, manutenção e forma de uso de cada tecnologia. Não se recomenda o reuso para dessedentação animal, uso doméstico e nem em hortaliças.

Assim, para as tecnologias de tratamento de esgoto, seja bioágua ou sistemas de tratamento do esgoto total familiar ou coletivo, é recomendada a utilização do sistema de irrigação localizada, de preferência gotejamento. O dimensionamento do sistema de irrigação, quantidade de materiais, componentes e conexões dependerá da realidade local, principalmente o sistema de tratamento do esgoto total comunitário, portanto, para cada projeto precisa ser levantada as seguintes informações básicas para o dimensionamento do sistema:

I. Volume de água de reuso disponível. II. disponibilidade da área de plantio necessária, III. topografia, IV. distância do sistema para área de plantio e V culturas que serão implantadas. Após o levantamento dos dados, é recomendado procurar uma/uma profissional da área para elaboração do projeto de irrigação.

Já para os sistemas familiares (bioágua e sistema de tratamento esgoto familiar) pode-se utilizar sistema de irrigação com seguintes dimensionamento: Considerar uma área de 10 x 15 m, com a proximidade relativa de 12 m do tanque de reuso e declividade mínima, sendo projetado para sistema bomba centrifuga de ½ cv monofásica, filtro de tela de 1", tubulação de 35 mm, e fitas gotejadoras de vazão de 1,4 l/h, com espaçamento entre ruas de 1, 2 m (9 ruas de manejo) a ser irrigada 1 vez por dia, com vazão de 450 L/h recomendado para cada turno de rega, obedecendo o tempo de irrigação a necessidade hídrica das culturas implantadas, exemplo a figura 15. O orçamento referente a este sistema pode ser visto no anexo 05.

DICA



É necessário ser considerado o uso de filtros após o bombeamento do efluente do tanque de reuso, pois ele pode conter pequeno nível de resíduos que podem entupir as mangueiras do sistema, por isso a necessidade da utilização dos filtros de irrigação, com dupla filtragem no sistema comunitário.



Imagem 18 – Filtros de irrigação usado após tanque de reuso, nos sistemas coletivos e familiar.

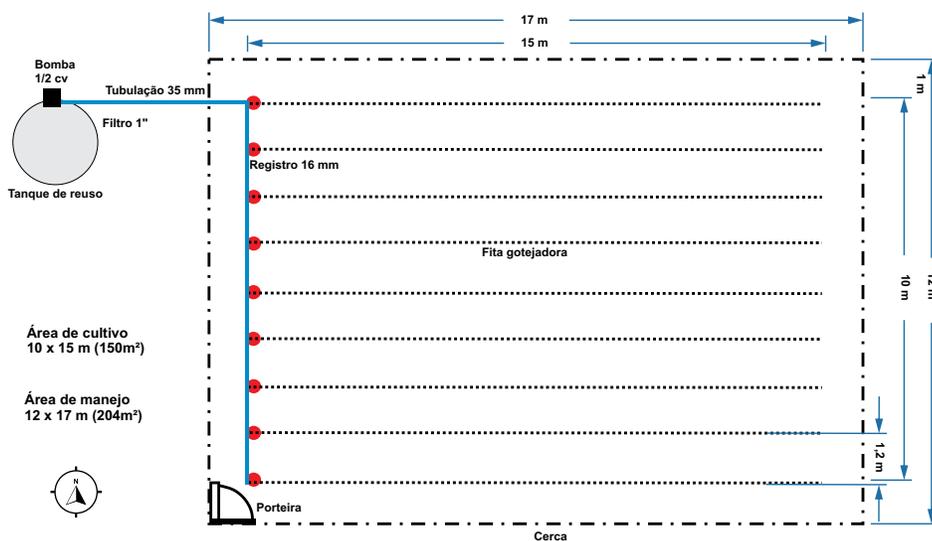


Figura 15 - Layout de uma área de 10 x 15 m, com sistema de irrigação por gotejamento para sistemas de reuso familiar.

A proposta para o manejo das áreas a serem cultivadas com água residuárias, consiste no manejo agroecológico, pois a agroecologia apresenta e oferece metodologias necessárias para desenvolver uma agricultura, ambientalmente adequada, altamente produtiva, socialmente equitativa e economicamente viável, permitindo minimizar o uso de insumos externos, reciclar e gerar recursos e insumos no interior dos agroecossistemas e usar com mais eficiência as estratégias de diversificação. (ALTIERE, 2004).

Portanto nas áreas cultivadas é necessário em todas as fases do manejo, seguir princípios da agroecologia como:

Manejo ecológico dos solos: priorizar práticas de rotação, sucessão e consórcio de culturas que adicionem matéria-orgânica, por meio do uso de plantas de cobertura ou adubos verdes, associando-se a essas práticas o uso de fertilizantes orgânicos que forneçam nutrientes de forma adequada aos cultivos. (ALCANTARA, 2017).

Cobertura de solos. necessidade de manter a cobertura dos solos, pois o solo exposto é inimigo número um da fertilidade da terra, visto que destrói a matéria-orgânica que está na superfície. Mantê-lo coberto, seja com cobertura morta de uma roçada ou com vegetação, significa aproveitar a energia constante fornecida pelo sol e pela água de forma gratuita. (RAMOS et al, 2020).

Manejo de plantas espontâneas: em termos agroecológicos, plantas ou ervas espontâneas e plantas invasoras são as espécies de plantas que se originam na área de cultivo. O manejo destas plantas tem a vantagem de promover uma maior estabilidade do sistema produtivo, reduzindo normalmente os problemas com as ditas pragas e doenças,

colaborar para a ciclagem de nutrientes de fácil mobilidade e, por cobrir o solo, pode protegê-lo contra a erosão. (RAMOS et al, 2020).

Alelopatia (companheirismo de plantas): a alelopatia descreve a influência de um indivíduo sobre o outro, seja inibindo a ação destes ou estimulando o crescimento ou desenvolvimento das plantas (WALLER e al, 1999). Portanto, existem diversas maneiras de atrair ou repelir os insetos. Uma delas é o cultivo de plantas atrativas e plantas repelentes. As plantas que produzem substâncias repelentes de insetos normalmente são alocadas no meio dos cultivos, se beneficiando da proximidade dos vários princípios ativos repelentes de espécies como o manjeriço, cravo de defunto, gergelim entre outras que normalmente produzem muitas flores e atraem os insetos-praga para si, deixando as culturas principais com um ataque sem perdas econômicas.

Controle agroecológico de predadores e parasitas: qualquer organismo que em algum momento possa causar danos aos cultivos, é considerado uma praga (fungos, bactérias, nematóides, até mesmo mamíferos). Estes danos é a redução do rendimento e/ou da qualidade do produto numa medida que não é mais aceitável. No manejo ecológico, o conceito de “praga” não existe, somente organismos que ocupam diferentes posições nos ecossistemas, pois o aumento de uma das populações é uma resposta da natureza a algum desequilíbrio. Assim, o manejo de espécies não desejadas deve ser realizado com base na gestão dos recursos localmente disponíveis, com técnicas que possam ser apropriadas. Portanto, no manejo é importante tentar conhecer os insetos que são pragas e aqueles que predam ou parasitam estes. Esta tarefa não é fácil, mas com paciência e observação atenta é possível aprender rápido e fazer manejos corretos, podendo utilizar caldas orgânicas específicas para cada realidade. (RAMOS et al, 2020).

Controle fisiológico (trofobiose): a palavra trofobiose, Trofo - quer dizer alimento e Biose - quer dizer existência de vida. Portanto, Trofobiose quer dizer: todo e qualquer ser vivo só sobrevive se houver alimento adequado disponível para ele. O tratamento inadequado de uma planta, especialmente com fertilizantes químicos, conduz a uma elevação excessiva de aminoácidos livres. Portanto, o manejo com matéria-orgânica e uso de insumos de baixa solubilidade, permitem um metabolismo equilibrado das plantas em sistema orgânico, reduzindo riscos com pragas e doenças e mantendo o equilíbrio nutricional, por tanto, uso de práticas agroecológicas, como adubos orgânicos que fornecem todos os macros e micronutrientes que as plantas necessitam, em doses proporcionais, sem excessos ou deficiências, se juntam ao bom manejo ecológico do solo. NETO et al (2001).

Produção de insumos fertilizantes: a adubação orgânica é feita para manter ou aumentar a fertilidade do solo, sem a utilização de adubos químicos, que matam os microrganismos no solo e desequilibram as plantas, tornando-as vulneráveis ao ataque de pragas e doença. Existem diversas alternativas de adubação com a adição de matéria-orgânica no solo, que melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas da terra. Alguns tipos de adubação orgânicas: adubação verde, adubação com esterco curtido, compostagem, biofertilizantes, afluentes do reuso e húmus de minhoca. (RAMOS et al, 2020).

Todas as práticas de manejo propostas, tem o objetivo de promover a agrobiodiversidade do sistema produtivo, tornando as áreas de cultivo saudáveis e equilibradas, permitindo que as plantas permaneçam resilientes de modo a tolerar estresses e adversidades (ALTIERI, 2009). Assim, a proposta que este sistema produtivo possa interagir com o ambiente em um formato de Sistema Agroflorestal – SAF, estabelecendo o resgate e multiplicação de sementes crioulas, segurança alimentar e nutricional das famílias, cultivo de espécies apropriadas ao clima que permita interação com as demais atividades da propriedade que as famílias agricultoras estão inseridas, a fim de promover sustentabilidade e autonomia.



Imagem 19 – Área de produção integrada na comunidade de Curral Novo – Jacaré em Juazeiro.
Foto: Fábio Arruda



SAIBA MAIS

<https://www.youtube.com/watch?v=oEb7xx2jZXk>



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, F. A. de. **Manejo agroecológico do solo**. Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 28 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 314).

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre - RS, ed. 4, Editora da UFRGS, 2004.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5 Edição, Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

BAHIA. Estado da Bahia. **Princípios e Diretrizes da Política Estadual de Saneamento Básico**. Lei Nº 11.172/2008. Disponível em: <http://www.legislabahia.ba.gov.br/documentos/lei-no-11172-de-01-de-dezembro-de-2008>

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico**. LEI Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-publicacaooriginal-64311-pl.html>

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 35ª Edição. 2012. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação Coordenação de Biblioteca.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília. Funasa, 2019. 260 p. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/-/asset_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/programa-nacional-de-saneamento-rural-pnsr-?inheritRedirect=false

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Saneamento Básico**, 2013. Disponível em: <http://bibspi.planejamento.gov.br/handle/iditem/437>

CONAMA. **Resolução 396**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, p. 64-68. 2008. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20396.pdf>

FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. **Tratamento e utilização de esgotos sanitário**. ABES, 426 p. 2006. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Esgoto-Prosab_-_final.pdf

GALBIATI, Adriana Farina. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS. p.16. 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/1163>

Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (IBGE). **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/amostra/>

Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (IBGE). **Documentação do Censo 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/administracao-publica-e-participacao-politica/9663-censo-demografico-2000.html?=&t=destaques>

IRPAA, GNADLINGER, J. **A Busca da Água no Sertão**. Juazeiro, BA. 2011, com atualização e reimpressão em 2017. Disponível em: <https://u.pcloud.link/publink/show?code=XZ12NI7Z7CxPDu1Vd1zfK88IXJjc5yrgjJdX#returl=https%3A//u.pcloud.link/publink/show%3Fcode%3DXZ12NI7Z7CxPDu1Vd1zfK88IXJjc5yrgjJdX&page=login>

JUAZEIRO. Município de Juazeiro, Bahia. Política Municipal de Saneamento Básico. **Lei Nº 2.732/2017**. Disponível em: <https://doem.org.br/ba/juazeiro/diarios/previsualizar/JOje4BaB>

MAYER, M. C; MEDEIROS, S. S.; BATISTA, M. M; et al. **Tratamento de esgoto na zona rural visando ao reúso agrícola no semiárido brasileiro**. Revista DAE | São Paulo | v. 69, n 229 / pp 104-114 | Ed. Esp.

Mar. 2021. Disponível em: http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_229_n_1946.pdf

MOTA, Francisco; SPERLING Marcos. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_2.pdf.

NETO, D. D.; SEVERINO, F. J. **A Teoria da Trofobiose. Escola Superior de Agricultura Luiz De Queiroz**. Departamento de Produção Vegetal. Disciplina: LPV 719 – Seminários em Fitotecnia. Piracicaba – SP. 2001

ONU – Organização das Nações Unidas. **Resolution adopted by the General Assembly on 28 July 2010**. Resolution 64/292. The human right to water and sanitation. Disponível em: www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292

OLIVEIRA, Pedro C. P., Gloaguen, T. V., Gonçalves, R. A. B. & Dionei, L. S. **Produção de moranga irrigada com esgoto doméstico tratado**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-pb, 17(8), 861-867, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/JDK4nY9J5rnRrRsVx4ngsjN/?lang=pt>

PROSAB - PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO. **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006. 427 p. ISBN 85 7022 152 5. PROSAB. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Esgoto-Prosab_-_final.pdf

Ramos, C. H. S, Moraes, V. L .A; **Caderno Pró Semiárido: Indicadores de transição agroecológica**, 2d, Salvador, 2020.

SANTIAGO, F. dos S; JALFIM, F. T.; DOMBROSKI, S. A. G.; et al. **Bioágua Familiar: Reúso de água cinza para produção de alimentos no Semiárido**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2012.13 f.: il. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Semiario-Reuse-de-aguas-cinzas.pdf>

SANTIAGO, F.; JALFIM, F.; BLACKBURN, R.; DOMBROSKI, S.; MONTEIRO, L.; NANES, et al. **Manual de implantação e manejo do sistema Bioágua familiar: reúso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro**. Caraúbas: ATOS, 2015. 194 f. Disponível em: https://bioaguafamilia.files.wordpress.com/2015/09/manual_bioagua_familiar_2015.pdf

SNIS - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto - 2019**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2019#:~:text=A%20Secretaria%20Nacional%20de%20Saneamento,do%20ano%20de%20refer%C3%AAncia%202019>.

TONETTI, A. L.; BRASIL, A. L.; MADRID, F. J. P. y L.; FIGUEIREDO, I. C. S.; et al. **Tratamento de Esgotos domésticos em Comunidades Isoladas: referencial para a escolha de soluções**. Campinas, SP. Biblioteca Unicamp, 2018. Disponível em: https://cfg.com.br/up_catalogos/Livro-Tratamento-de-Esgotos-Domesticos-em-Comunidades-Isoladas-ilovepd.pdf

USEPA. **Guidelines for water reuse**. Washington DC: UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2004. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-08/documents/2004-guidelines-water-reuse.pdf>

USEPA. **Guidelines for Water Reuse**. Washington D.C.: UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2012. 643 p. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-08/documents/2012-guidelines-water-reuse.pdf>

WALLER, G.R. Introduction. In: MACIAS, F.A.; GALINDO, J.C.G.; MOLINILLO, J.M.G. & CUTLER, H.G. (Eds.) **Recent advances in allelopathy**. Cadiz, Serv. Pub. Univ. Cadiz, 1999. v.1

WHO. **WHO guide lines for the safe use of waste water, excreta and grey water – waste water use in agriculture**. Geneva: World Health Organization, v. 2, 2006. 222 p. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9241546832>

ANEXOS

ANEXO 01 – MATERIAL E SERVIÇOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA BET

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
1	Cimento portland Comum CP I-32 50kg	Sc 50 kg	10
2	Areia média	m ³	3
3	Areia Grossa lavada	m ³	3
4	Bloco cerâmico 8 furos (19x19x09 cm)	Unidade	350
5	Brita nº 1 ou 19 mm	m ³	2
6	Impermeabilizante p/ argamassa 18 L	Unidade	1
7	Tubo PVC de 40 mm	Metro	4
8	Tubo PVC de 100 mm	Metro	8
9	Tê de 100 mm	Unidade	1
10	Joelho 100 mm	Unidade	1
11	Cola Adesivo PVC 175 g	Unidade	1
12	Pneu aro 14 ou 15	Unidade	30
13	Escavação 1 X 3 X 6 metros	m3	18
14	Mão de obra de pedreiro	Dias	5

*BET de 1 X 2 X 5 m, correspondente à demanda de uma residência com até 5 moradores.

ANEXO 02 – ESPECIFICAÇÕES E MATERIAIS DO SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
1	Cimento portland Comum CP I-32 50kg	Unidade	10
2	Areia grossa lavada	m ³	1,5
3	Brita nº 1 ou 19mm	m ³	0,5
4	Arame galvanizado 12 BWG – 2,60mm – 48,00 G/M, em kg	kg	4,0
5	Arame recozido 18 BWG – 1,25mm – 9,60 G/M, em kg	Unidade	1,0

6	Aço CA-50 5/16" (7,94mm), barra 6m	barra	4,0
7	Cal hidratada para pintura	kg	2,0
8	Impermeabilizante p/ argamassa 18 L	balde	1,0
9	Redução de 40 mm para 32 mm	Unidade	1,0
10	Registro de passagem soldável 32 mm	Unidade	1,0
11	Tê de 32 mm	Unidade	4,0
12	Joelho 32 mm	Unidade	3,0
13	Cap 32 mm	Unidade	6,0
14	Cola adesivo PVC 175 g	Unidade	1,0
15	Tubo 32 mm de 6m	vara	2,0
16	Tubo 40 mm de 6m	vara	2,0
17	Joelho 40 mm – esgoto	Unidade	2,0
18	Tê 40 mm – esgoto	Unidade	3,0
19	Bucha de Redução em Pvc Esgoto 50x40mm	Unidade	2,0
20	Bloco cerâmico 8 furos (19x19x09 cm)	Unidade	30,0
21	Escavação filtro D2,2 X P1,0 metros	m3	3,8
22	Escavação tanque D2,20 X P1,5 metros	m3	5,7
23	Mão de obra de pedreiro	Dias	5

**Bioágua dimensionado para a demanda de uma residência com até 5 moradores .

ANEXO 03 – ESPECIFICAÇÕES E MATERIAIS DO SISTEMA TRATAMENTO ESGOTO TOTAL FAMILIAR

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
1	Reator UASB 250 L, em fibra de vidro	Unidade	1
2	Cimento portland Comum CP I-32 50kg	Unidade	18
3	Brita nº 1 ou 19mm	m ³	1
4	Arame galvanizado 12 BWG – 2,60mm – 48,00 G/M, em kg	kg	4
5	Arame recozido 18 BWG – 1,25mm – 9,60 G/M, em kg	kg	1
6	Aço CA-50 5/16" (7,94mm), barra 6m	vara	6
7	Cal hidratada para pintura	kg	4

8	Impermeabilizante p/ argamassa 18 L	balde	1
9	Redução de 50 mm para 40 mm	Unidade	2
10	Redução de 40 mm para 32 mm	Unidade	2
11	Registro de passagem soldável 32 mm	Unidade	5
12	Tubo 40 mm de 6m	vara	2
13	Tubo 32 mm de 6m	vara	7
14	Tubo esgoto 100 mm de 6m	vara	3
15	Tubo esgoto 75 mm de 6m	vara	2
16	joelho 75 mm – esgoto	Unidade	4
17	Joelho 100 mm – esgoto	Unidade	2
18	Joelho 40 mm – esgoto	Unidade	2
19	Tê 75 mm – esgoto	Unidade	1
20	Tê 40 mm – esgoto	Unidade	2
21	Joelho soldável 32 mm	Unidade	11
22	Tê de 32 mm	Unidade	6
23	Adaptador 32 x 1"	Unidade	2
24	cap 40 mm	Unidade	2
25	Cap 32 mm	Unidade	2
26	Cap 75 mm – esgoto	Unidade	1
27	Bloco cerâmico 8 furos (19x19x09 cm)	Unidade	100
28	Areia grossa lavada	m ³	2
29	Escavação tanque de equalização D2,2 X P1,5 metros	m ³	5,7
30	Escavação reator D1,0 X P1,4 metros	m ³	1,1
31	Escavação Lagoas L2,0 X C4,0 X P1,0 metros	m ³	8,0
32	Escavação tanque de reúso D2,20 X P1,5 metros	m ³	5,7
33	Mão-de-obra de pedreiro	Dias	10,0

*Sistema dimensionado para a demanda de uma residência com até 5 moradores.

ANEXO 04 – ESPECIFICAÇÕES E MATERIAIS DO SISTEMA TRATAMENTO DO ESGOTO TOTAL COMUNITÁRIO

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
01	Bloco cerâmica 8 furos (19 x 19 x 9 cm)	Unidade	1750
02	Cimento portland composto cp ii-32	Unidade	288
03	Tanque de inspeção pré-moldado		2
04	Caixa coletora pré-moldada com tampa	Unidade	20
05	Coluna pronta CA-50 5/16 - 7 x17 cm peça 6 m	peça	3
06	Malha Pop, 20x20 - 3,4mm 2,5 x 6 m peça 15 m ²	peça	4
07	Lajota de cerâmica 33 x 19	Unidade	1,5
08	Viga treliçada para laje peça 2,40 m	peça	11
09	Arame recozido 18	kg	6
10	Impermeabilizante para concreto 18 kg	Unidade	7
11	Areia grossa lavada	m ³	35
12	Aço CA-50 1/4 de 6,3 mm	vergalhao	79
13	Arame galvanizado nº. 12	kg	134
14	Aço CA-50 5/16 de 8 mm	vergalhao	35
15	Brita Nº 1 (19mm)	m ³	8
16	CAP PVC de 100 mm	Unidade	3
17	Cal hidratada para pintura	kg	20
18	Tampa em chapa metalúrgica	Unidade	2
19	Cadeado nº 25	Unidade	1
20	Reator UASB 3.300 L, em fibra de vidro	Unidade	1
21	Tê 40 mm – esgoto	Unidade	10
22	Joelho 40 mm – esgoto	Unidade	10
23	Joelho PVC 100MM com junta elástica	Unidade	8
24	Redução PVC 100 x 40 mm com junta elástica	Unidade	4
25	Tubo PVC 100MM com junta elástica - vara 6 m	vara	65
26	Tê PVC 100mm com junta elástica	Unidade	2

27	Cap de Esgoto 100mm Branco com junta elástica	Unidade	10
28	Tubo 75 mm Azul	vara	1
29	joelho 75 mm - Azul	Unidade	3
30	Tê 75 mm - Azul	Unidade	1
31	Cap 75 mm - Azul	Unidade	1
32	Tubo 32 mm azul	Unidade	50
33	Redução soldável pvc 75 x 50 mm - azul	Unidade	1
34	Redução soldável pvc 50 x 32 mm - azul	Unidade	1
35	Tubo 50 mm Azul	vara	10
36	joelho 50 mm - Azul	Unidade	10
37	Tê PVC 50 mm - Azul	Unidade	14
38	Tubo PVC - 150 mm	vara	20
39	Tubo de PVC 100 mm	vara	150
40	Tubo de PVC 40 mm	vara	40
41	Eletrobomba centrifuga 0,5 cv	Unidade	2
42	Disjuntor Mon 6 A	Unidade	4
43	Programador Horário Timer Digital Coel 220V	Unidade	2
44	Plug de tomada femea 10 A	Unidade	1
45	Plug de tomada Macho 10 A	Unidade	1
46	Cabo elétrico 2 x 2,5 mm	m	100
47	Lamina para serra manual	Unidade	2
48	Fita isolante 5 m	Unidade	1
49	Fita veda rosca 18 mm x 50 m	Unidade	2
50	Cola Adesivo PVC 175 g	Unidade	4
51	Valvula de Pé 1"	Unidade	4
52	Mangote 1" PVC P SUCÇÃO	m	15
53	Joelho soldável 32 mm	Unidade	4
54	Reistro de esfera 32 mm	Unidade	2
55	Tê de 32 mm	Unidade	2

56	Adaptador rosca macho 32 MM X 1 (para conectar na bomba)	Unidade	3
57	Adaptador espiga 1" rosca externa para mangote	Unidade	4
58	Abraçadeira 14 MM 22-32	Unidade	4
59	União de rosca 32 mm	Unidade	4
60	Hidrômetro Medidor de Água 1"	Unidade	1
61	Adaptador Com Rosca Fêmea 32mm X 3/4	Unidade	4
62	Tela mosquiteiro nylon branca 1,5 m largura	m	120
63	Escavação mecanizada de vala e fossos diversos	h maquina	90
64	Serviço de Pedreiro	diaria	60
65	Serviço de Servente	diaria	60
66	Serviço de Montador / encanador de rede	diária	20

ANEXO 05 – ESPECIFICAÇÕES E MATERIAIS PARA SISTEMA DE IRRIGAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE REUSO FAMÍLIA “BIOÁGUA E SISTEMA DE TRATAMENTO DO ESGOTO TOTAL FAMILIAR”

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
1	Eletrobomba centrifuga 1/2 cv	Unidade	1
2	Disjuntor Mon 6 A	Unidade	1
3	Cabo 2 x 2,5 mm	m	20
4	Fita isolante 5 m	Unidade	1
5	Fita veda rosca 18 mm x 50 mm	Unidade	1
6	Cola Adesivo PVC 175 g	Unidade	1
7	Valvula de Pé 1"	Unidade	1
8	Mangote 1" PVC P SUCÇÃO	m	2
9	Adaptador M 1" x R 1"	Unidade	2
10	Abraçadeira 14 MM 22-32	Unidade	2
11	Manqueira Tubolyne 1/2" - 100	rolo	1
12	Gotejador	Unidade	280
13	Bucha de redução com rosca 1 x 3/4	Unidade	1
14	Tubo PVC 35 mm PN 60, vara 6 m	Unidade	5
15	conector inicial com registro	Unidade	10

16	Chula 17 mm / anel de vedação inicial	Unidade	10
17	Curva soldável 90° 32 mm	Unidade	5
18	Tela nylon passarinho 1,5 m largura	m	2
19	Adaptador 32 x 1"	Unidade	1
20	Filtro De Irrigação Tela 1 Polegada	Unidade	1
21	Luva soldável 32 mm e rosca 1"	Unidade	2
22	Solda plástica 850g	Unidade	1
23	Lixa D'água	Unidade	1
24	Estaca de eucalipto 6-8	Unidade	88
25	Estaca de eucalipto 10-12	Unidade	6
26	grampos para cerca, 1kg	Pacote	1



SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL